

WEST**End of Result Set**

Generate Collection

L3: Entry 1 of 1

File: JPAB

Dec 27, 1991

PUB-NO: JP403297653A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03297653 A

TITLE: INK JET HEAD

PUBN-DATE: December 27, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

USUI, MINORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SEIKO EPSON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP02101137

APPL-DATE: April 17, 1990

US-CL-CURRENT: 347/71

INT-CL (IPC): B41J 2/045; B41J 2/055

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain an ink jet head having characteristics such as high density, high nozzle number, and homogeneity at a low cost by a method wherein the title ink jet head is composed of a silicon substrate to which a thin film part is formed, a piezoelectric material formed to the thin film part of the silicon substrate, and a silicon substrate having a nozzle formed facing the thin film part of the silicon substrate.

CONSTITUTION: To a piezoelectric material side substrate A1, a piezoelectric material 20' consisting of PZT as a vibrator and a thin film part 13 composed of a Si:B film 11 of a Si mono-crystalline substrate 10 are integrally in good precision respectively to a thickness of approx. 10 μ m not via a bonding process. The piezoelectric material side substrate A1 and a nozzle side substrate A2 are brought into a contact with each other so that a piezoelectric material layer 20 and a nozzle outlet 71 face outside. The piezoelectric material side substrate A1 is made to be of a minus potential and the nozzle side substrate A2 is made to be of a plus potential while they are being kept at 400°C, 1000V in voltage is impressed between both, and they are bonded by an anode. Since the thin film part of the silicon substrate can be very extremely precisely formed thinly, the piezoelectric material can be made thin. Miniaturization of a cavity become capable of being performed, and high density and high nozzle number can be achieved.

COPYRIGHT: (C) 1991, JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-297653

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)12月27日

B 41 J 2/045
2/055

9012-2C B 41 J 3/04 1-013 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

⑬ 発明の名称 インクジェットヘッド

⑭ 特 願 平2-101137

⑮ 出 願 平2(1990)4月17日

⑯ 発 明 者 碓 井 稔 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

⑰ 出 願 人 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

⑱ 代 理 人 弁理士 鈴木 喜三郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

インクジェットヘッド

2. 特許請求の範囲

インク滴を記録媒体上に選択的に付着させるインクジェットヘッドであって、薄膜部が形成されたシリコン基板と、該シリコン基板の薄膜部に形成された圧電体と、前記シリコン基板の薄膜部に対向して形成されたノズルを有するシリコン基板とから構成されたことを特徴とするインクジェットヘッド。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、インク液滴を記録媒体上へ選択的に付着させるインクジェットヘッドに関する。

〔従来の技術〕

従来の技術として、第6図に示すように、ガラス基板410とガラス基板411との間に複数の

インクキャビティ420を形成し、電極431を両面に形成した圧電体430の板をインクキャビティの面積程度に切断した後、各インクキャビティの上にガラス基板を挟んで接着したインクジェットヘッドがある。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来のインクジェットヘッドは、圧電体として圧電効果の最も優れた材料であるPZTを用いるのであるが、バルクからの切り出し品であるため100 μ m程度の厚いものしか使用することができなかった。そのため、駆動電圧を100V以上と高くする必要があり、また、圧電体430とガラス基板411からなる機械変位発生手段の剛性が高いため所定の変位量を得るためには圧電体430の面積を大きくする必要があり、ヘッド全体が大きくなり、コストアップを招くという問題を有していた。

さらに、インクキャビティ420の広さは一辺が数百 μ m程度であり、これらと同程度の大きさの圧電体430の板を機械変位発生手段として各

インクキャビティ 420 ごとに接着することが必要であった。しかしこのような構造のヘッドでは圧電体 430 とインクキャビティ 420 との位置合わせ精度が高くできない、圧電体 430 の接着時における作業性が悪い、接着の不均一さによる特性のばらつきが大きい、接着部の剥離が起こり易い切断加工時の内部歪による特性のばらつきが大きい、などの問題点を有していた。

これらの問題はプリンタの性能を向上させるためにノズル数を増やしたり、ノズル密度を高くするほど、よりクローズアップされてきていた問題であった。

そこで本発明はこれらの問題点を解決するもので、その目的とするところは高密度で、高ノズル数、均質な特性を有する、信頼性の高いインクジェットヘッドをきわめて低コストに提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のインクジェットヘッドは、薄膜部が形成されたシリコン基板と、該シリコン基板の薄膜

部に形成された圧電体と、前記シリコン基板の薄膜部に対向して形成されたノズルを有するシリコン基板とから構成されることを特徴とする。

〔作用〕

本発明の構成によれば、圧電体の形成されている基板がシリコン基板であるため、極めて高い精度で薄膜化された薄膜部を形成することができる。これにより薄膜 PZT の使用も可能になり、インクキャビティの小型化も可能となり、ひいてはヘッドの小型化が可能となる。また、ノズルもシリコン基板に形成するため、両基板を接合しても熱膨張係数の差等による変形の発生が抑えられる。

〔実施例〕

以下本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

第 1 図は本発明の一実施例のインクジェットヘッドを用いたプリンタの概略斜視図である。100 はインクジェットヘッドで、101 はその電源ラインである。200 は記録紙、300 はプラテンである。プラテン 300 が図中矢印 P の方向に回転することにより、記録紙 200 は図中矢印 M

の方向に送られる。この時、インクジェットヘッド 100 は図中矢印 L、R 方向に移動しながら記録紙 200 上にインク像を形成していく。

第 2～4 図を用いて、インクジェットヘッド 100 の圧電体側基板 A1 の製造法および構造について説明する。

第 2 図において、両面研磨した厚さ 100 μm の Si 単結晶基板 10 の面の片面に、通常の半導体プロセスを用いて B を不純物として高純度にドーピングした 10 μm の Si:B 膜 11 を形成する。つづいて熱酸化を利用して SiO₂ 膜 12 をもう一方の面に 0.1 μm 形成する。このようにして、Si 単結晶基板 10 は Si:B 膜 11、SiO₂ 膜 12、Si 単結晶層の 3 層構造となる。

第 3 図は、次の工程における圧電体側基板 A1 の状態図であり、(a) は上面図、(b) は図上 m-m' 断面図、(c) は底面図である。Si:B 膜 11 上に Pt、Cr、Ni 等よりなる厚さ 1 μm の共通電極層 21、厚さ 10 μm の PZT よりなる圧電体層 20、Pt、Cr、Ni 等よりな

る個別電極層 22 をスパッタリングあるいはイオンブレーティングによって形成する。そして、個別電極層 22 上にレジスト膜 23 を形成する。レジスト膜 23 は振動体形成部 23-1 と配線形成部 23-2 とからなる。振動体形成部 23-1 のサイズは 425 μm × 800 μm であり、図中矢印 X-X'、Y-Y' の方向に辺を持つように形成されている。(第 3 図(a))。更に、SiO₂ 膜 12 上に Si 単結晶基板 10 の [110] (図中矢印 X-X'、Y-Y' 方向) の方向に辺を持つようにレジスト膜 24 を形成する(第 3 図(c))。

第 4 図は、次の工程における圧電体側基板 A1 の状態図であり、(a) は上面図、(b) は図上 m-m' 断面図、(c) は底面図である。第 3 図の状態において、レジスト膜 23 のパターンを用いてイオンエッチングあるいは反応性イオンエッチングを行い、共通電極層 21、個別電極層 22、圧電体層 20、をエッチングし、共通電極 21'、個別電極 22'、および、圧電体 20'

を形成する。また同時に、振動体部26、配部27が形成される。

更にレジスト24のパターンを用いて、SiO₂膜12を除去し、レジスト24も除去した後、ピロカテコール、エチレンジアミンと水の混合液を用いて、Si単結晶基板10のSi単結晶層14をエッチングする。すると、SiO₂膜12は耐エッチング性があるためエッチングされず、その膜の存在しない箇所のみがエッチングされる。そして、[100]（図中矢印Z-Z'方向）、[110]（図中矢印X-X'、Y-Y'方向）、[111]（図中矢印Q-Q'方向）の方向に毎時50μm、30μm、3μmの速度で異方性エッチングされ、キャビティ30、インク供給路40、インク共通路50が形成される。また、同時にSi:B膜11よりなる薄膜部13が形成される。キャビティ30のサイズは図上縦方向に600μm、図上横方向に1000μmである。また、異方性エッチングによりキャビティ30の壁面にはテーバーが付き、Si:B膜11で形成された薄

-7-

次に第6～9図を用いてノズル側基板A2の製造プロセス及び構造を説明する。第6図において、60は両面研磨した厚さ100μmのSi単結晶基板であり、熱酸化により両面に0.1μmのSiO₂膜61を形成する。更にレジスト層63を一方の面には[110]（図中矢印V-V'、W-W'方向）の方向に辺を持つように180μm×180μmの正方形部分64を除いて、また、もう一方の面には全面に形成する（第7図）。

エッチングにより正方形部分64のSiO₂膜61を除去し、しかる後、レジスト層63も除去する。続いて、ピロカテコール、エチレンジアミンと水の混合液を用いてSi単結晶基板60を異方性エッチングする（第8図）。この後、SiO₂膜も除去する。このようにして出口71が40μm×40μmのノズル70が形成される（第9図）。形成されたノズル70の配置はキャビティ30の配置と同じであり、数も64個である。

以上のようにして作った圧電体側基板A1とノズル側基板A2を圧電体層20およびノズル出口

膜部13のサイズは図上縦方向に約450μm、図上横方向に約850μmである。インク供給路40は第4図(b)、(c)に示すようにキャビティ30の両サイドに設けられており、その形状は幅30μm、深さ約20μm、長さ100μmの三角柱状の形をしている。インク共通路50は幅150μm、深さ90μmであり、キャビティ30の両サイドに計9本形成されている。（第5図参照）また、インク共通路50は図示されていないインクタンクに通じている。

以上のようにして作られた圧電体側基板A1の全体像を第5図を用いて説明する。第5図は圧電体側基板A1の全体図であり、(a)は上面図、(b)は底面図である。キャビティ30は図上において縦に(300dpi/8)の間隔つまり、約677μmピッチで8個、また、横に隣列のキャビティとの縦方向の位置を(300dpi)つまり、約85μmずらして、(300dpi/16)つまり、約1355μmピッチで8列、計64個配置されている。

-8-

71が外側を向くように接触させ、400℃に保ちながら、圧電体側基板A1をマイナス電位にノズル側基板A2をプラス電位にし、両者間に1000Vの電圧を印加し、陽極接合をする。このようにして完成されたインクジェットヘッドの構造図が第10図である。個別電極22はそれぞれ駆動ドライバーに接続されている。第3図に示したように、キャビティ30は両サイドにインク供給路40を有しており、また、ノズル出口71はキャビティ30の中央部に配置されているため、インクの流れはスムーズであり、更にインク供給路40およびノズルの流路が短いために気泡の排出が容易である。

以上述べてきたように本実施例によれば、振動体としてのPZTからなる圧電体20'およびSi単結晶基板10のSi:B膜11よりなる薄膜部13をそれぞれ10μm程度にまで薄く、しかも接合工程を経ずに一体的に、精度良く形成することができる。また、ノズル側基板A2も接合時及び接合後、圧電体側基板A1と同一材料からな

るため、熱膨張係数差等による変形が発生せず、この点からも精度の良いインクジェットヘッドが構成できる。振動体を薄くすることにより、低電圧で十分な変位を小さなキャビティにおいて得ることが可能になる。従って、低電圧駆動の可能な、極めて集積度の高い、小型の、信頼性の高いインクジェットヘッドが安く提供できる。更に、実施例によれば、インク供給路40を短くすることが可能であり、気泡等の排出特性に優れた信頼性の高いインクジェットヘッドが提供できる。

【発明の効果】

本発明によれば、圧電体の形成されるシリコン基板の薄膜部を極めて高精度でかつ薄く形成することができるので、圧電体を薄くすることができる。従って、キャビティの小型化が可能となり、高密度、高ノズル数を図ることができる。また、ノズルもシリコン基板に形成されているので、熱膨張係数差による変形が防止され、信頼性の高いインクジェットヘッドが得られる。

4. 図面の簡単な説明

-11-

- 13・・・薄膜部
- 20・・・圧電体層
- 20'・・・圧電体
- 26・・・振動体部
- 27・・・配線部
- 30・・・キャビティ
- 40・・・インク供給路
- 50・・・インク共通路
- 60・・・Si単結晶基板
- 70・・・ノズル
- 410・・・ガラス基板
- 420・・・インクキャビティ
- 430・・・圧電体

以上

出願人 セイコーエプソン株式会社
代理人 弁理士 鈴木喜三郎 他1名

-13-

第1図は本発明の一実施例のインクジェットヘッドを用いたプリンタの全体斜視図。

第2～4図は本発明の一実施例のインクジェットヘッドの圧電体側基板の製造プロセス及び構造を示す図。

第5図は本発明の一実施例のインクジェットヘッドの圧電体側基板の全体の構造を示す斜視図。

第6～9図は本発明の一実施例のインクジェットヘッドのノズル側基板の製造プロセス及び構造を示す図。

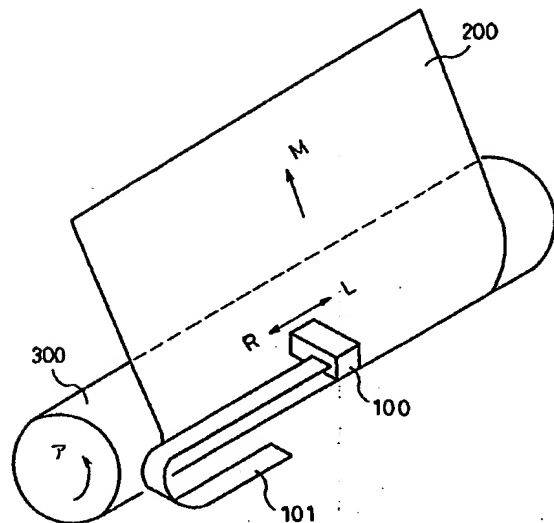
第10図は本発明の一実施例のインクジェットヘッドの構造を示す図。

第11図は従来例を示す図。

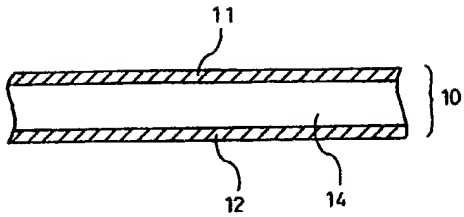
- 100・・・インクジェットヘッド
- 200・・・記録紙
- 300・・・プラテン
- 10・・・Si単結晶基板
- 11・・・Si:B膜
- 12・・・SiO₂膜

-12-

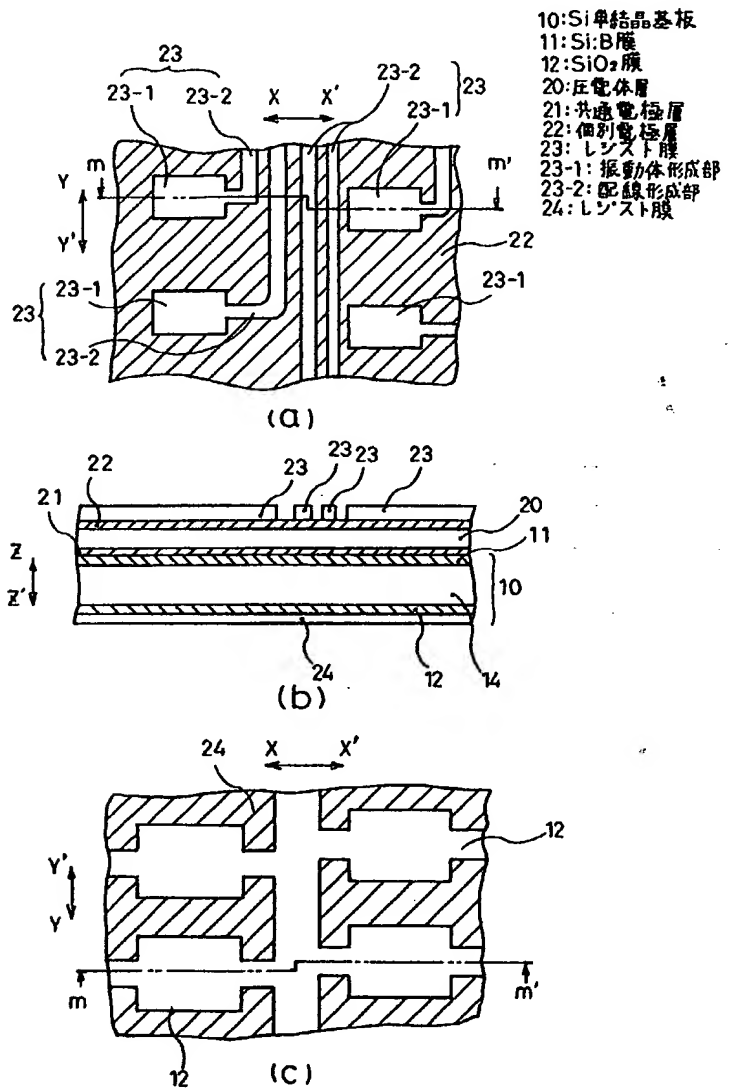
- 100・・・インクジェットヘッド
- 200・・・記録紙
- 300・・・プラテン



10: Si単結晶基板
11: Si:B膜
12: SiO₂膜
14: Si単結晶層

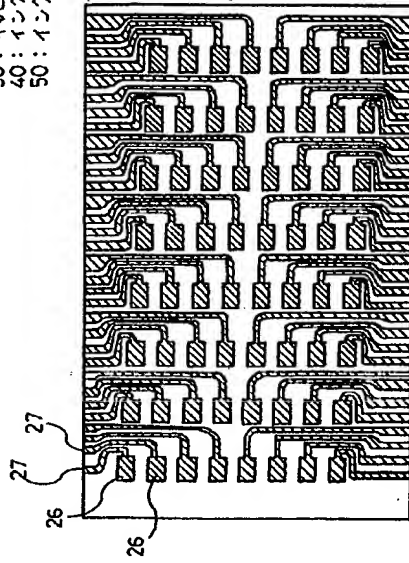


第2図

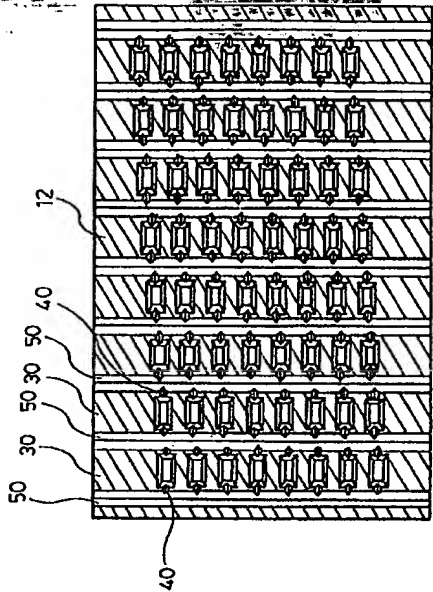


第3図

12: SiO₂膜
26: 振動体部
27: 配線部
30: キャビティ
40: インジウム給路
50: インジウム通路



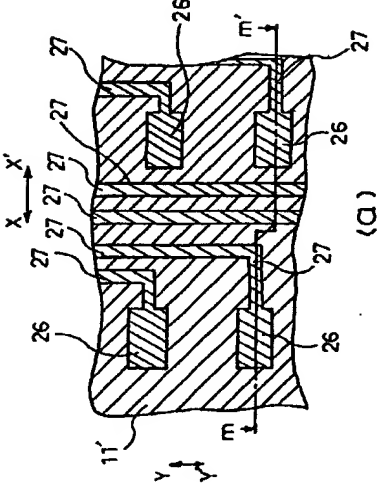
(a)



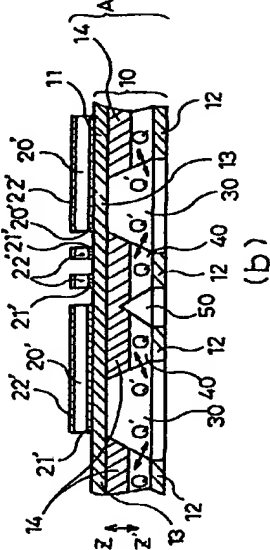
(b)

第5図

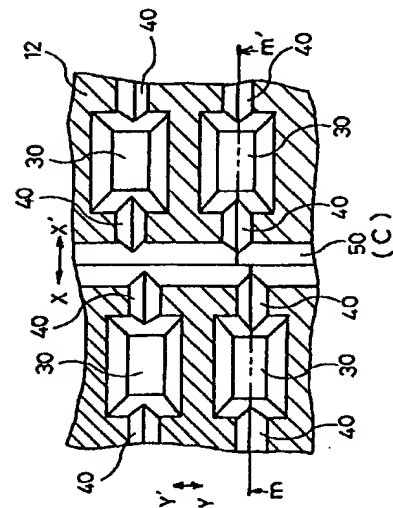
20': 圧電体層
21': 共通電極層
22': 個別電極層
26: 振動体部
27: 配線部
30: キャビティ
40: インジウム給路
50: インジウム通路



(a)



(b)

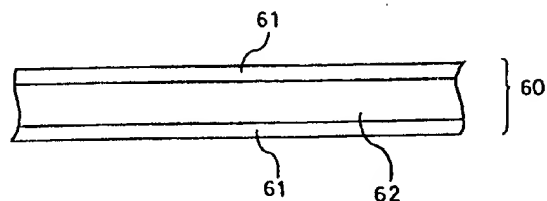


(c)

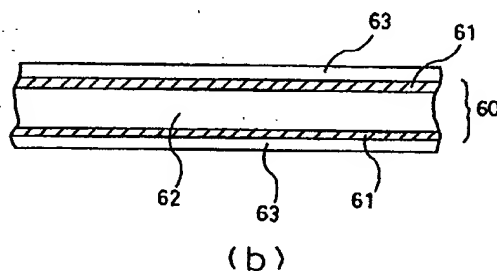
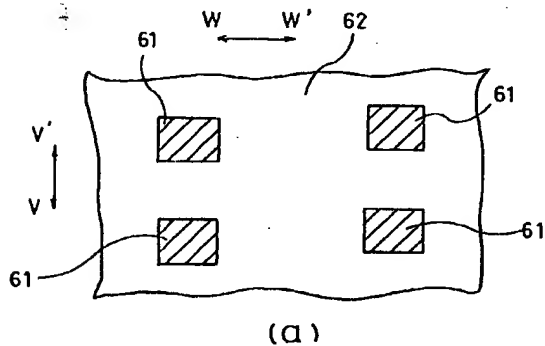
第4図

60: Si単結晶基板
61: SiO₂膜
62: Si単結晶層

60: Si単結晶基板
61: SiO₂膜
62: Si単結晶層
63: レジスト層
64: 正方形部分

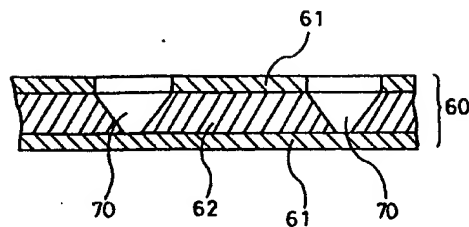


第 6 図



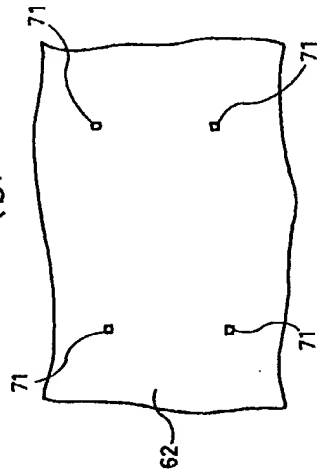
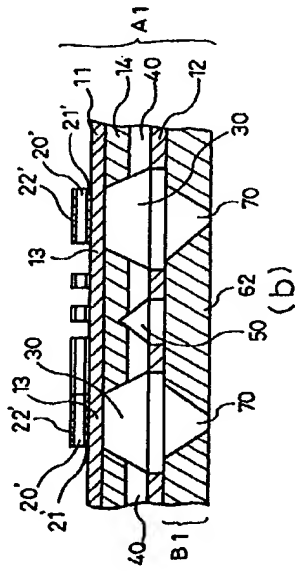
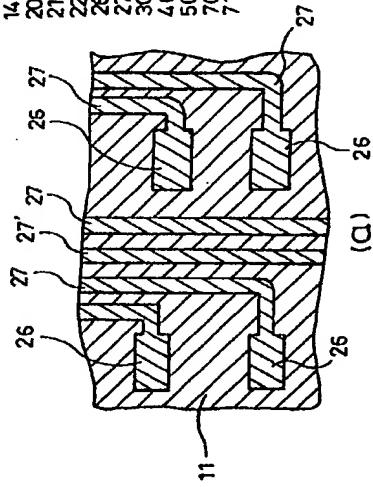
第 7 図

60: Si単結晶基板
61: SiO₂膜
62: Si単結晶層



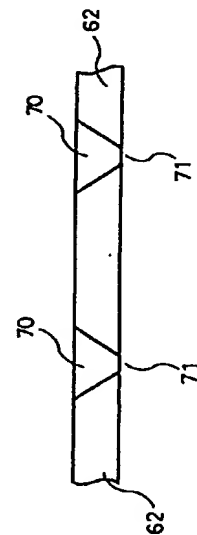
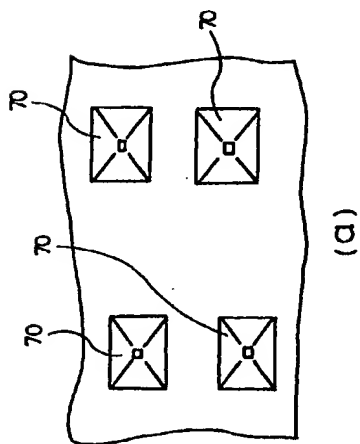
第 8 図

13: 基板部
14: Si単結晶層
20: 振動体部
21: 共通電極層
22: 個別電極層
26: 振動体部
27: 配線部
30: キャビティ
40: インジウム供給路
50: インジウム通路
70: ノズル
71: ノズル出口



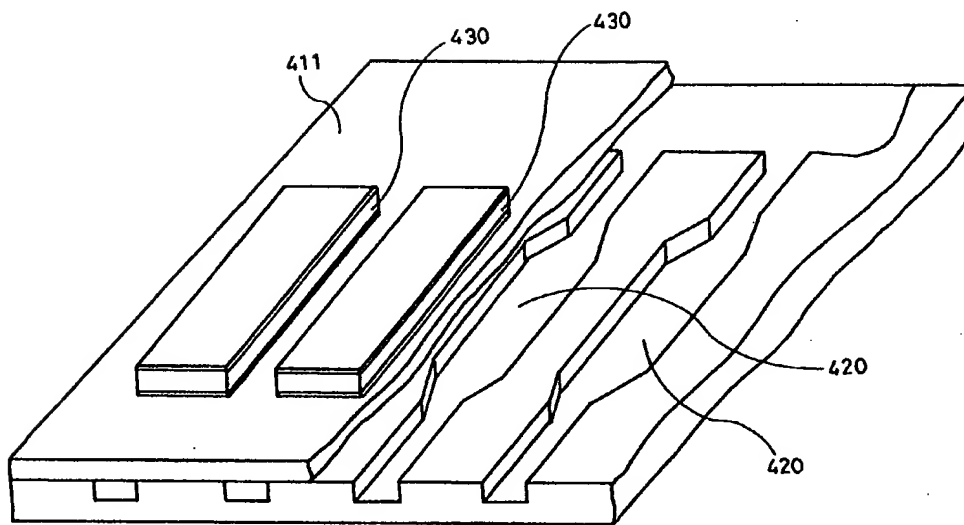
第10図

62: Si単結晶層
70: ノズル
71: ノズル出口



第9図

411 : ガラス基板
420 : キャビティ
430 : 圧電体



第11図

L4 ANSWER 1 OF 6 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
 AN 1999-058730 JAPIO
 TI INK JET TYPE RECORDING HEAD AND ITS MANUFACTURE
 IN NISHIWAKI MANABU
 PA SEIKO EPSON CORP, JP (CO 000236)
 PI JP 11058730 A 19990302 Heisei
 AI JP1997-216634 (JP09216634 Heisei) 19970811
 SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN (CD-ROM), Unexamined Applications, Vol. 99, No. 3
 IC ICM (6) B41J002-045
 ICS (6) B41J002-055; (6) B41J002-16; (6) H01L041-09; (6) H01L041-22
 AB PURPOSE: TO BE SOLVED: To reduce a residual stress of a tin film by interposing a boron diffused membrane between a silicon single crystal substrate and a **piezoelectric** membrane in an **ink** jet type recording head for discharging **ink** by pressure generated by a deflected deformation of a pressure generating membrane.
 CONSTITUTION: yer 32 in which boron to become an electric membrane is diffused is formed on an upper surface of a silicon single crystal substrate. Then, platinum to become a lower driving electrode 10 is formed
 as a membrane on an upper surface of the boron diffused membrane 32. A precursor of a **piezoelectric** film is laminated on the electrode 10, and heated to be crystallized as a **piezoelectric** membrane 11. Thereafter, an upper driving electrode film 12, lower driving electrode 10 and an **ink** chamber such as an **ink** chamber or the like are formed. As a result, a static deflection amount of a pressure generating membrane at the time of applying no voltage after a pressurizing camber is formed is increased from the substrate due to that the platinum of the electrode 10 loses a restraint of a **tensile** stress and a **compressive** stress of a silicon dioxide membrane from the substrate to be largely deflected if the membrane 31 does not exist. Reversely, with this constitution, since **compressive** stress of the silicon of the boron diffusion is weak, it is reduced to about 10 nm.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-58730

(43)公開日 平成11年(1999)3月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
B 4 1 J 2/045		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
2/055			1 0 3 H
2/16		H 0 1 L 41/08	C
H 0 1 L 41/09			J
41/22		41/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)			

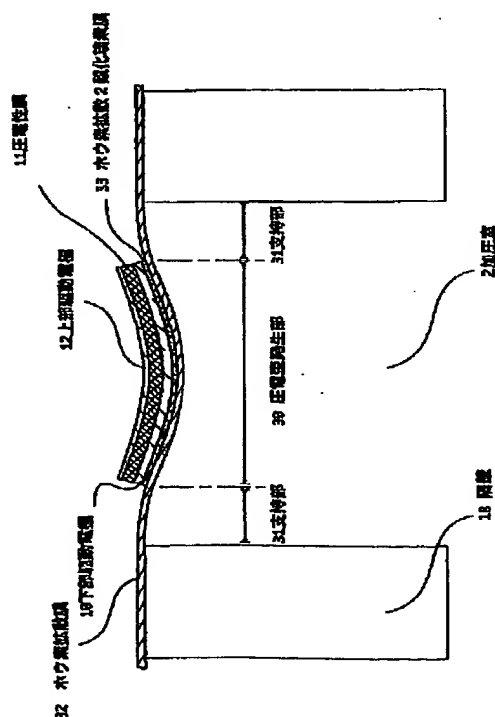
(21)出願番号	特願平9-216634	(71)出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22)出願日	平成9年(1997)8月11日	(72)発明者	西脇 学 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(74)代理人	弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド、及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 積層薄膜の残留応力による、製造行程上の不良および特性低下を改善する。或いはさらなる特性向上を得る構造とその製造方法を提案する。

【解決手段】 圧力発生膜を構成する積層薄膜の一つに、
ホウ素拡散珪素膜を用いることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 列状に隔壁を介して珪素単結晶基板に配列されたインク加圧室、該加圧室の片面を覆蓋し前記隔壁により懸架かつ固定され、加圧室の一壁面をなすがごとく配置された弾性膜と下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜からなる圧力発生膜、各々の加圧室に連通するインク吐出ノズルから構成され、前記圧力発生膜のたわみ変形で発生する圧力によりインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドであって、前記弾性膜は少なくともほう素が拡散された珪素と下部駆動電極からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 前記弾性膜は少なくともほう素が拡散された珪素と2酸化珪素膜と下部駆動電極からなることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 前記弾性膜は少なくともほう素が拡散された珪素とほう素が拡散された2酸化珪素膜と下部駆動電極からなることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 上記下部駆動電極が白金からなることを特徴とする請求項1から3記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 列状に隔壁を介して珪素単結晶基板に配列されたインク加圧室、該加圧室の片面を覆蓋し前記隔壁により懸架かつ固定され、加圧室の一壁面をなすがごとく配置された弾性膜と下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜からなる圧力発生膜、各々の加圧室に連通するインク吐出ノズルから構成され、前記圧力発生膜のたわみ変形で発生する圧力によりインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドであって、前記圧力発生膜は圧電歪発生部と該圧電歪発生部を支持する支持部からなり、該圧電歪発生部は上部駆動電極と圧電性膜と下部駆動電極とほう素が拡散された珪素膜とからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 前記支持部はほう素が拡散された珪素膜で構成されることを特徴とする請求項5記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 前記支持部はほう素が拡散された珪素膜と2酸化珪素膜で構成されることを特徴とする請求項5記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 前記支持部はほう素が拡散された珪素膜とほう素が拡散された2酸化珪素膜で構成されることを特徴とする請求項5記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 珪素単結晶基板の片表面にホウ素を熱拡散させた後該基板の両表面を熱酸化する行程、該ホウ素を熱拡散させた面に下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜を順次積層し、これらの電極膜と圧電性膜を所望の形状にエッチングする圧力発生膜の形成行程、前記

珪素単結晶基板に異方性エッチングにより前記加圧室を形成する行程からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項10】 珪素単結晶基板の両面を熱酸化させた後、該基板の片表面の2酸化珪素膜を除去し、この除去面にホウ素を熱拡散させ、その上面に下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜を順次積層し、これらの電極膜と圧電性膜を所望の形状にエッチングする圧力発生膜の形成行程、前記珪素単結晶基板に異方性エッチングにより前記加圧室を形成する行程からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力される印字データに応じて選択的にインク滴を記録用紙上に飛翔・固着させることにより可視画像を得るインクジェット式記録装置に用いるインクジェット式記録ヘッドに関する。

【0002】さらに詳しくはノズル板、インク加圧室基板を積層しインク加圧室基板の表面に形成した圧電性膜のたわみ変形により加圧してインク滴を飛翔させるオンデマンド型インクジェット式記録ヘッドに関する。

【0003】

【従来の技術】本発明に関わる従来技術としては、特表平5-504740号公報等がある。

【0004】この従来例ではインク加圧室を内包する基材に圧電性膜をスパッタやゾルゲル法等のいわゆる薄膜製法で一体形成することにより、簡易な構造で高性能なオンデマンド型インクジェット式記録ヘッドを実現している。とくに基材に珪素単結晶基板を用い、異方性エッチングをすることにより高精度のインク加圧室を形成することができる。

【0005】従来の薄膜PZTと珪素単結晶基板を用いたインクジェットヘッドようアクチュエータの配列方向の断面図を図8に示す。20は珪素単結晶基板、2はこの珪素単結晶基板に異方性エッチングにより形成した加圧室、18はこの加圧室間を仕切る隔壁、21は2酸化珪素膜、10は下部駆動電極、11は圧電性薄膜、12は上部駆動電極であり、各薄膜厚は数100nmから数μmである。30は圧電歪発生部であり31は隔壁を介して圧電歪発生部を支持する支持部である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図8のごとく珪素単結晶基板の片面に薄膜を積層形成すると、これらの薄膜に残留応力が発生する。一般に10、12の電極用の金属薄膜をスパッタ成膜法等により成膜すると、引っ張り応力が発生する。21の2酸化珪素膜を熱酸化により形成すると圧縮応力が発生する。この残留応力は珪素単結晶基板20から拘束を受けているが、その後加圧室2を形成されるとこれらの応力が解放され、圧電歪発生部30や支持部31が変形する。

【0007】上記変形は各薄膜の引っ張り応力と圧縮応力が相殺されれば軽減されるが、圧縮応力が勝ると変形が大きい。この初期の変形が大きいと圧電歪が効率的にたわみに変換されず、変位効率を落とす一因となっていた。また支持部31は圧電歪発生部に比して薄く、また狭小であるため変形が大きい。この変形量が大きいと、上記加圧室形成の際或いは使用時に支持部が破壊することがあった。特に圧電歪による変形量を増やすためにはこの支持部31をより薄くして曲げ剛性を下げるほうが望ましいが、このような改善は前記弊害が助長されるため実施が難しかった。

【0008】本発明はかかる課題を解決するためのものであり、その目的とするところは、アクチュエータ変位効率を上げつつ、製造上不良の低減、信頼性を向上させる手段を提案し、高密度で高性能なインクジェット式記録ヘッドを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のインクジェット式記録ヘッドは列状に隔壁を介して珪素単結晶基板に配列されたインク加圧室、該加圧室の片面を覆蓋し前記隔壁により懸架かつ固定され、加圧室の一壁面をなすがごとく配置された弾性膜と下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜からなる圧力発生膜、各々の加圧室に連通するインク吐出ノズルから構成され、前記圧力発生膜のたわみ変形で発生する圧力によりインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドであって、前記弾性膜は少なくともほう素が拡散された珪素と下部駆動電極からなることを特徴とする特徴とする。

【0010】また或いは、列状に隔壁を介して珪素単結晶基板に配列されたインク加圧室、該加圧室の片面を覆蓋し前記隔壁により懸架かつ固定され、加圧室の一壁面をなすがごとく配置された弾性膜と下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜からなる圧力発生膜、各々の加圧室に連通するインク吐出ノズルから構成され、前記圧力発生膜のたわみ変形で発生する圧力によりインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドであって、前記圧力発生膜は圧電歪発生部と該圧電歪発生部を支持する支持部からなり、該圧電歪発生部は上部駆動電極と圧電性膜と下部駆動電極とほう素が拡散された珪素膜とからなることを特徴とする。

【0011】また本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法は、珪素単結晶基板の片表面にホウ素を熱拡散させた後該基板の両表面を熱酸化する行程、該ホウ素を熱拡散させた面に下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜を順次積層し、これらの電極膜と圧電性膜を所望の形状にエッチングする圧力発生膜の形成行程、前記珪素単結晶基板に異方性エッチングにより前記加圧室を形成する行程からなることを特徴とする。

【0012】また或いは、珪素単結晶基板の両面を熱酸化させた後、該基板の片表面の2酸化珪素膜を除去し、

この除去面にホウ素を熱拡散させ、その上面に下部駆動電極膜と圧電性膜と上部駆動電極膜を順次積層し、これらの電極膜と圧電性膜を所望の形状にエッチングする圧力発生膜の形成行程、前記珪素単結晶基板に異方性エッチングにより前記加圧室を形成する行程からなることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明を一実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0014】(実施形態1)図1、図2を用いて本発明のインクジェット式記録ヘッドの構造を説明する。

【0015】図1は本発明の実施例におけるインクジェット式記録ヘッドの概略斜視図を示す。

【0016】1はインク加圧室基板であり、2列に千鳥状に配列された加圧室2、各加圧室にインク(図示せず)を供給するための共通流路3、各々の加圧室2と共通流路3を連通する供給路9を有する。配列ピッチは180分の1インチ、約141ミクロンとし、1列当たり64素子を配し、2列で360ドット/インチ、128ノズルの印字密度を有するプリントヘッドを実現している。8は変位素子に信号を供給するための配線基板である。

【0017】6は前記加圧室2に対応してインク吐出用ノズル7を複数穿ったノズル板である。前記加圧室基板1とノズル板6を接着後、基体90に嵌着しインクジェット式記録ヘッドを成す。

【0018】図2は図1の一点鎖線A-A'部の加圧室配列方向の断面図であり、前記加圧室基板1の下面に略長方形の圧力発生膜50となる弾性膜4、下部駆動電極10、圧電性膜11、上部駆動電極12が順次積層され、この加圧室基板1と圧力発生膜50が一体的に形成される。鎖線19が一吐出素子単位となる。本例では下部駆動電極10に厚みをもたせることにより弾性膜4の機能をも併せもっている。

【0019】7はノズル板6内のノズル、13は配列された加圧室2内のインク、4は弾性膜、10は下部駆動電極、11は圧電性膜、12は上部駆動電極である。圧電性膜11は各加圧室に対応し、食刻により加圧室幅より若干狭小幅に形成する。

【0020】本例では加圧室のピッチを141 μ m、加圧室の幅を50 μ m、長さ(図中奥行き方向)を1.2mmとし、隔壁の幅は91 μ mとした。

【0021】ここでインク吐出の原理を簡略に説明する。待機時はスイッチ17aが開き、次の吐出に備える。図2の左端の吐出素子図に示す如く、スイッチ17bを閉じ、矢印Bに示す圧電性膜11の分極方向と同極性、換言すると分極時の印加電圧極性と同一ように電圧を印加すると圧電性膜11は厚み方向に膨張すると共にその幅方向(図2上は水平方向)に収縮する。この収縮で圧電性膜11と弾性膜4の界面に圧縮の剪断応力が働き、弾

性膜4および圧電性膜11は図の上方向にたわむ。このたわみにより加圧室2の体積が減少しノズルからインク滴が飛び出す。その後図2右端に示す如く、再びスイッチ17cを開くと、たわんでいた弾性膜4等が復元し、加圧室体積の膨張により図示しないインク供給路よりインクが充填される。

【0022】本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法を図3と図4に基づいて説明する。本例では直径100mm、厚さ220μmの(110)面を有す加圧室基板であるところの珪素単結晶基板20を用い、図3(I)の如く、その全面に熱酸化法により2酸化珪素からなるエッチング保護層21を1μm厚で形成する。

【0023】次に図3(II)の如くこの片面のエッチング保護層21を緩衝フッ酸等により除去する。

【0024】その後図3(III)の如く前工程でエッチング保護層21を除去した面に後に弾性膜となるホウ素を拡散させた層32を形成する。具体的には珪素単結晶基板にホウ素基板を対峙させ、1200℃に加熱した炉の中で1から5時間放置させることにより、形成することができる。本例では膜厚を1μmとした。ホウ素の拡散濃度は種々実験検討の結果、1cm平方当たり10の12剎から10の16剎が好ましく、さらに好ましくは10の13剎から10の15剎が最適であった。前記下限より少ないと後の珪素の異方性エッチングの際、エッチング液によるホウ素拡散膜の浸食が激しくなりエッチストップとしての機能が不十分であり、前記上限より多いと膜の圧縮応力が増え本発明の目的にそぐわなかった。

【0025】次にホウ素拡散膜32の上面にスパッタ成膜法等の薄膜形成方法により、下部駆動電極10となる白金を400nmの厚みで製膜する。この際白金層とその上下層の間の密着力を上げるために極薄のチタン、クロム等を中間層として介してもよい。また事後の加熱温度に対する耐熱性があれば下部駆動電極はイリジウム等他の導電材料を用いてもよい。なおこの下部駆動電極10は前記ホウ素拡散膜32と併せて弾性膜を兼ねている。

【0026】その上に圧電性膜の前駆体24を積層する。本例ではチタン酸鉛、ジルコン酸鉛をそのモル配合比が55%, 45%となるようなPZT系圧電膜の前駆体をゾルゲル法にて最終的に0.9μm厚みとなるまで8回の塗工/乾燥/脱脂を繰り返して成膜した。なお種々の試行実験の結果、この圧電膜の化学式が、 $Pb_{1-A}B_{1-A}TiAZrBO_3$ (A+B=1) にて表され、前記化学式中のA、Cが、 $0.5 \leq A \leq 0.6$ 、 $0.85 \leq C \leq 1.10$ の範囲内で選択すれば、実用に耐えうる圧電性を得ることができた。成膜方法は本方法に限らず高周波スパッタ成膜やCVD等を用いてもよい(図3(IV))。

【0027】次に基板全体を圧電性膜前駆体の結晶化の為に加熱する。本例では赤外線輻射光源29を用いて基板両面から、酸素雰囲気中で700℃で5分加熱し自然降温させることにより、圧電性膜の結晶化を行なった。

この工程により圧電性膜前駆体24は上記狙い通りの組成で結晶化および焼結し圧電性膜11となった(図3(V))。

【0028】この後、圧電性膜11上に上部駆動電極膜12を形成する。本例では上部駆動電極12は100nm厚の白金をスパッタ成膜法にて形成した(図4(I))。

【0029】次に上部駆動電極12、圧電性膜11を加圧室2が形成される位置に合わせて適当なエッチングマスク(図示せず)を施した後、所定分離形状にイオンミリングを用いて同時に形成する(図4(II))。

【0030】次に下部駆動電極10を同じく適当なエッチングマスク(図示せず)を施した後、所定の形状(外部駆動回路との接続端子等)にイオンミリングを用いて形成した(図4(III))。

【0031】この基板20の圧電性膜を形成した側以後工程で浸される種々の薬液に対する保護膜(繁雑な為図示せず)を形成後、その反対面の少なくとも加圧室或いは加圧室隔壁を含む領域にエッチング保護層21を緩衝フッ酸等によりエッチングして窓22を形成する(図4(IV))。

【0032】その後異方性エッチング液、たとえば80℃に保温された濃度17%程の水酸化カリウム水溶液を用いて珪素単結晶基板20を基板上面まで貫通することく異方性エッチングする。ホウ素拡散膜はこの水酸化カリウムに難溶であるので、薄膜部が加圧室を介してエッチング液に犯されることはない。この加圧室形成はその他、平行平板型反応性イオンエッチング等の活性気体を用いた異方性エッチング方法を用いてもよい。この行程によりインク加圧室等流路が形成される(図4(V))。

【0033】加圧室形成後の圧力発生膜の電圧不印加時の静的たわみ量を比較すると、従来のものが100nmから200nm図中の下側にたわんでいたのに対し、本例は10nm程度であった。これは従来品の下部駆動電極10の白金が引っぱり応力と2酸化珪素膜の圧縮応力が基板からの拘束を失ったことにより基板側に大きいたわんだのに対し、本発明品ではホウ素拡散の珪素の圧縮応力が弱いためにこのたわみが減ったものと考えられる。また従前多発していたこの工程での薄膜の割れも本例ではほとんど発生しなかった。

【0034】以上の工程により形成された加圧室基板に別体のノズル板等を接着組み立てしインクジェットヘッドが完成する。

【0035】以上の如く形成したインクジェット式記録ヘッドを従来の構造のものと、製造歩留と印字耐久性を比較したところ、従来品に対し製造歩留が20%向上し、印字耐久性は40%向上した。

【0036】また先述の初期のたわみ量の多寡は圧力発生膜の変形効率にも影響し、従来品が20Vの電圧印加に対し最大たわみ量が200nmであったのに対し本発明品は250nmと大きな変形量を得ることができた。

【0037】(実施形態2)本発明の別の実施形態の製造方法を図5と図6に基づいて説明する。尚寸法、製法、材質等不記載のものは先の実施形態1と同じである。

【0038】加圧室基板であるところの珪素単結晶基板20を用い、図5(I)の如く、その上面にホウ素拡散層32を形成する。本例ではホウ素拡散層を1500nm厚に形成した。

【0039】次に図5(II)の如くその全面に熱酸化法により2酸化珪素からなるエッチング保護層21を形成する。この際、上記ホウ素拡散層の上側にホウ素拡散2酸化珪素膜33が形成される。本例ではホウ素拡散2酸化珪素膜の厚さが200nmとなるように反応時間を制御した。

【0040】次に前工程でホウ素が拡散された面にスパッタ成膜法等の薄膜形成方法により、下部駆動電極10となる白金を800nmの厚みで製膜する。なおこの下部駆動電極10は弾性膜を兼ねている。その上に圧電性膜の前駆体24を積層する。組成製法等は実施形態1と同様である(図5(III))。

【0041】次に基板全体を圧電性膜前駆体の結晶化のために加熱する。本例では赤外線輻射光源29を用いて基板両面から、酸素雰囲気中で650℃で5分保持した後900℃で3分加熱し自然降温させることにより、圧電性膜の結晶化を行なった。この工程により圧電性膜前駆体24は上記狙い通りの組成で結晶化および焼結し圧電性膜11となった(図5(IV))。

【0042】上記のごとき900℃を超える加熱を行うと、珪素或いはホウ素拡散珪素と白金が近接していると、両者が反応して白金シリサイドを形成し膜剥離が起こってしまうが、前記ホウ素拡散2酸化珪素膜33を間に介することによりこの膜がバリアとなりこのような不具合が生じなかった。従って本例のごとき製法/構成を用いると、PZT前駆体をより高温で焼成することができ、PZTの結晶化が促進しより高い圧電特性を得ることができた。

【0043】この後、圧電性膜11上に上部駆動電極膜12を形成する。本例では上部駆動電極12は200nm厚の金をスパッタ成膜法にて形成した(図6(I))。

【0044】次に上部駆動電極12と圧電性膜11を加圧室2が形成される位置に合わせて適当なエッチングマスク(図示せず)を施した後、所定の分離形状にイオンミリングを用いて同時に形成する(図6(II))。

【0045】次に下部駆動電極10とホウ素拡散2酸化珪素膜を同じく適当なエッチングマスク(図示せず)を施した後、所定の形状に反応性気相エッチングを用いて形成した。この際少なくとも加圧室上の圧力発生膜となる部分の下部駆動電極10とホウ素拡散2酸化珪素膜は前期圧電性膜と同一幅となるようにした(図6(III))。

【0046】この基板20の圧電性膜を形成した側に後工程で浸される種々の薬液に対する保護膜(複雑な為図

示せず)を形成後、その反対面の少なくとも加圧室或いは加圧室隔壁を含む領域にエッチング保護層21をフッ化水素によりエッチングして窓22を形成する(図6(IV))。

【0047】その後異方性エッチング液、たとえば80℃に保温された濃度17%程の水酸化カリウム水溶液を用いて珪素単結晶基板20を基板上面まで貫通するとく異方性エッチングする。この加圧室形成はその他、平行平板型反応性イオンエッチング等の活性気体を用いた反応性気相エッチング法を用いてもよい。この行程によりインク加圧室等流路が形成される(図6(V))。

【0048】加圧室形成後の圧力発生膜の電圧不印加時の静的たわみ量を比較すると、従来のものが100nmから200nm図中の下側にたわんでいたのに対し、本例は30nm程度であった。また従前多発していたこの工程での薄膜の割れも本例ではほとんど発生しなかった。

【0049】以上の工程により形成された加圧室基板に別体のノズル板6、インク供給管、支持体(図示せず)を接着する。

【0050】本例の圧力発生膜の詳細を図7に示す。ところでこのようなユニモルフ型アクチュエータの変位効率を上げるためには、圧電歪発生部30に比して、支持部31は剛性を下げなるべく曲がりやすくしたほうがよい。

【0051】支持部を曲がりやすくするためには支持部面積を増やすか、支持部膜厚を薄くするかである。前者は加圧室の幅が限られているので、相対的に圧電歪発生部の面積を減らすことになっていしまうので結果変位効率は上がらない。本例のごとき支持部31の下部駆動電極膜も除去し、ホウ素拡散膜のみで支持部を構成することにより変位効率を上げることができ、また上述のごとき製造上も容易である。

【0052】一方従来の2酸化珪素膜のみで支持部を形成しようとする、支持部31は2酸化珪素膜のみになり、膜積層による応力相殺ができず、圧縮応力の解放による変形曲がりがこの支持部に集中し、著しく破壊不良を発生する。本例の如くホウ素拡散膜を用いることにより、前記応力解放が低減されこの破壊不良を回避することができた。

【0053】尚本例では支持部31をホウ素拡散膜32のみで構成したが、ホウ素拡散2酸化珪素膜33が薄くホウ素拡散2酸化珪素膜の圧縮応力が無視できる程度に小さければこれらの2層をもって支持部を構成してもよい。

【0054】またホウ素拡散膜と下部駆動電極の白金の間にホウ素拡散2酸化珪素膜を介することにより、本例のごとき700℃を超える焼成を行っても、白金と珪素の化合物が発生し、層間の密着性を落とすことはなかった。もちろんこのような白金と珪素の反応を抑制するバリアは本例の他、ホウ素拡散膜の上面に2酸化珪素膜を

別途CVD法等で成膜してもよい。

【0055】以上の如く形成したインクジェット式記録ヘッドを従来の構造のものと、製造歩留と印字耐久性を比較したところ、従来品に対し製造歩留が50%向上し、印字耐久性は40%向上した。このような初期のたわみは圧力発生膜の変形効率にも影響し、従来品が20Vの電圧印加に対し最大たわみ量が200nmであったのに対し本発明品は400nmと大きな変形量を得ることができた。

【0056】また本例では圧電性膜としてPZT系材料を用いて説明したが、この系に酸化ニオブや酸化ニッケル、酸化マグネシウム等の金属酸化物を添加したもの、或いはPZT系以外の材料でも本発明は有効である。

【0057】なお本例ではインクジェットヘッドの応用例を説明してきたが、その他微小光学装置、微小圧力検出器等薄膜圧電材料の特性を応用した微小他素子の変位或いは圧力発生器、検出器すべてに本発明は有効である。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、珪素単結晶基板と圧電性膜の間にホウ素拡散膜を介することにより、薄膜の残留応力を低減し、この残留応力解放に起因する製造歩留や、変位特性、信頼性の低下を解決し高信頼性で高特性のインクジェット式記録ヘッドを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例におけるインクジェット式記録ヘッドの斜視図である。

【図2】本発明の実施例におけるインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す図である。

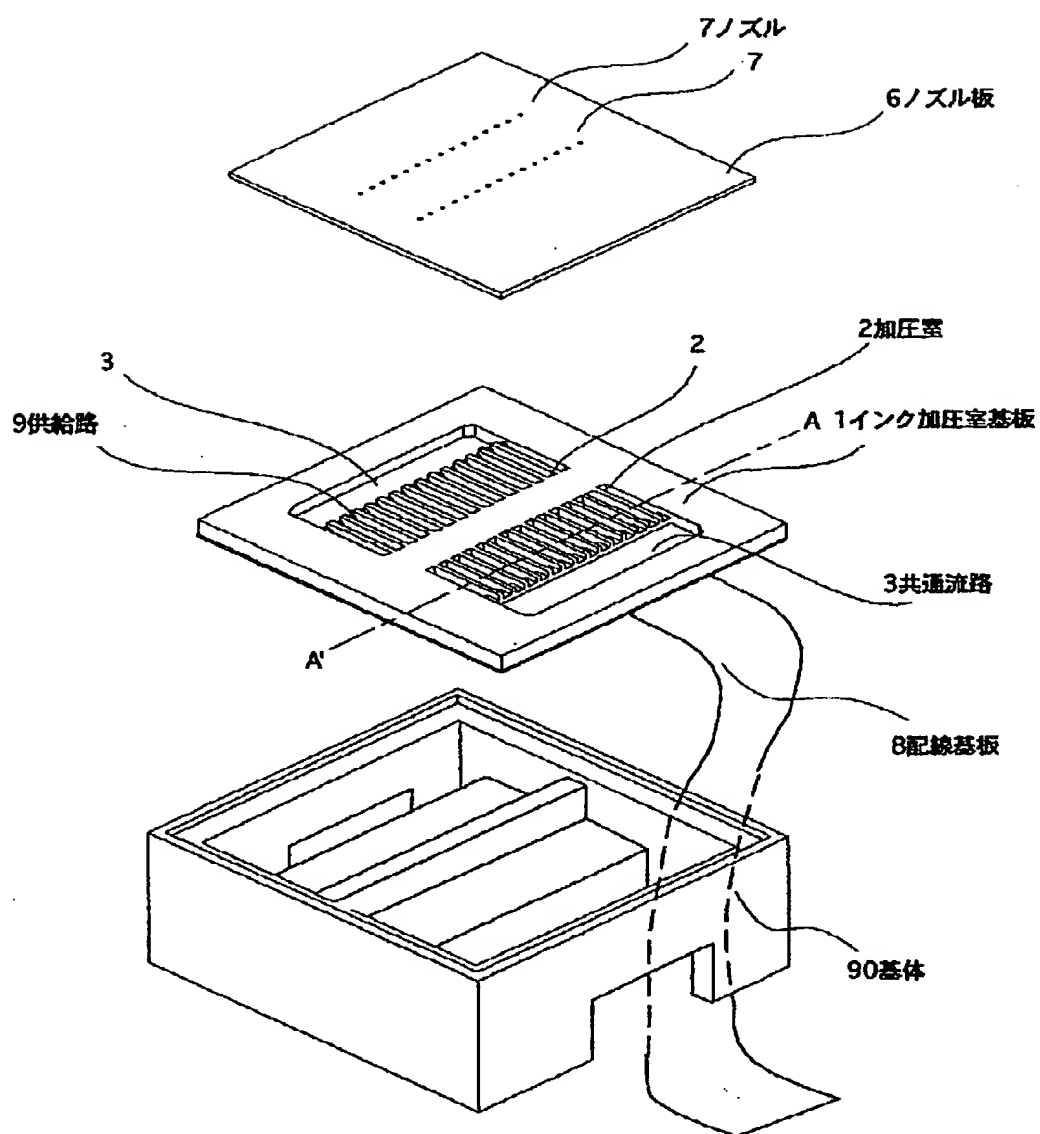
【図7】本発明の第2の実施形態におけるインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図8】従来のインクジェット式記録ヘッドの課題を説明する図である。

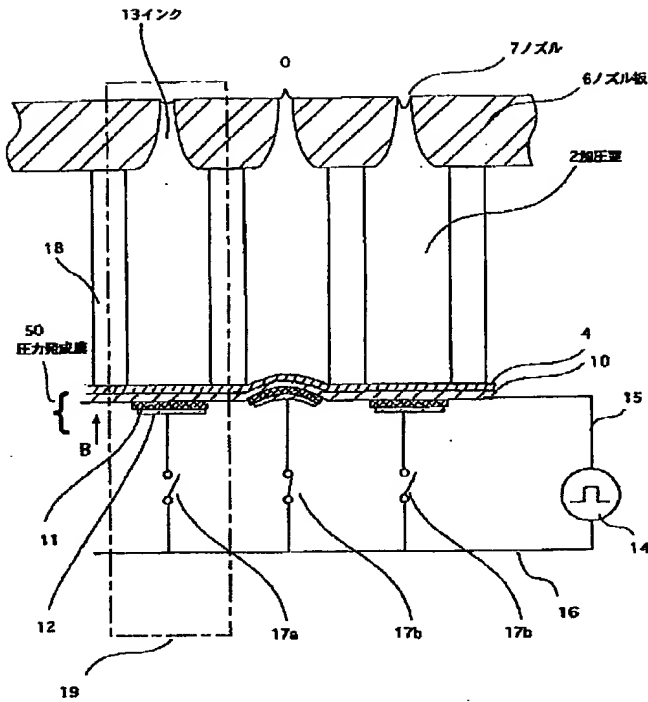
【符号の説明】

- 1 加圧室基板
- 2 加圧室
- 3 共通流路
- 4 弾性膜
- 6 ノズル板
- 7 インク吐出用ノズル
- 8 配線基板
- 9 供給路
- 10 下部駆動電極
- 11 圧電性膜
- 12 上部駆動電極
- 13 インク
- 14 駆動電圧源
- 15 配線
- 16 配線
- 17 スイッチ
- 18 加圧室隔壁
- 19 インク吐出素子単位
- 20 珪素単結晶基板
- 21 エッチング保護層
- 22 エッチング窓
- 24 圧電性膜前駆体
- 29 輻射光源
- 30 圧電歪発生部
- 31 圧電歪発生部の支持部
- 32 ホウ素拡散膜
- 33 ホウ素拡散2酸化珪素膜

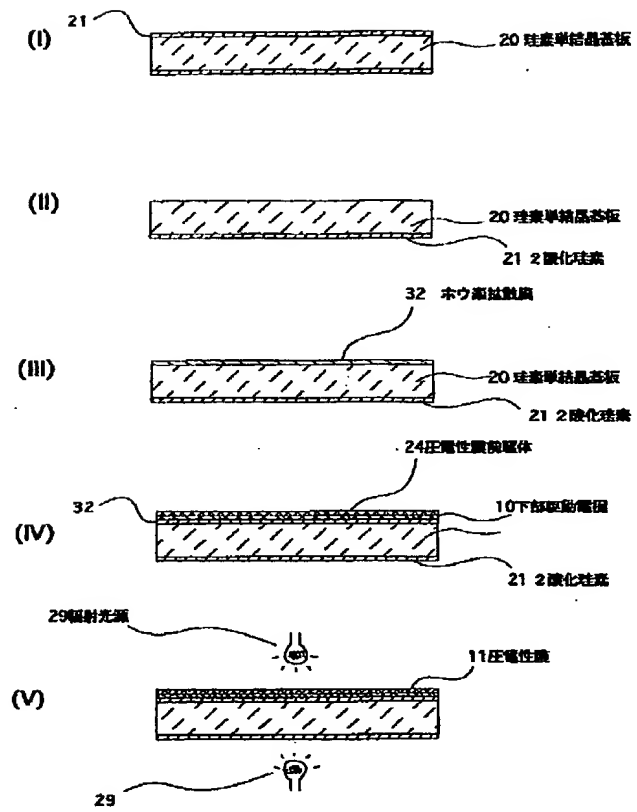
【図1】



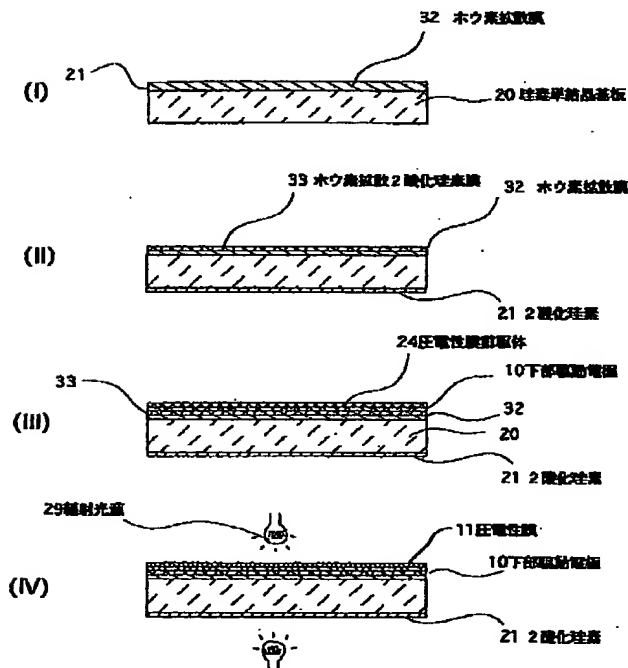
【図2】



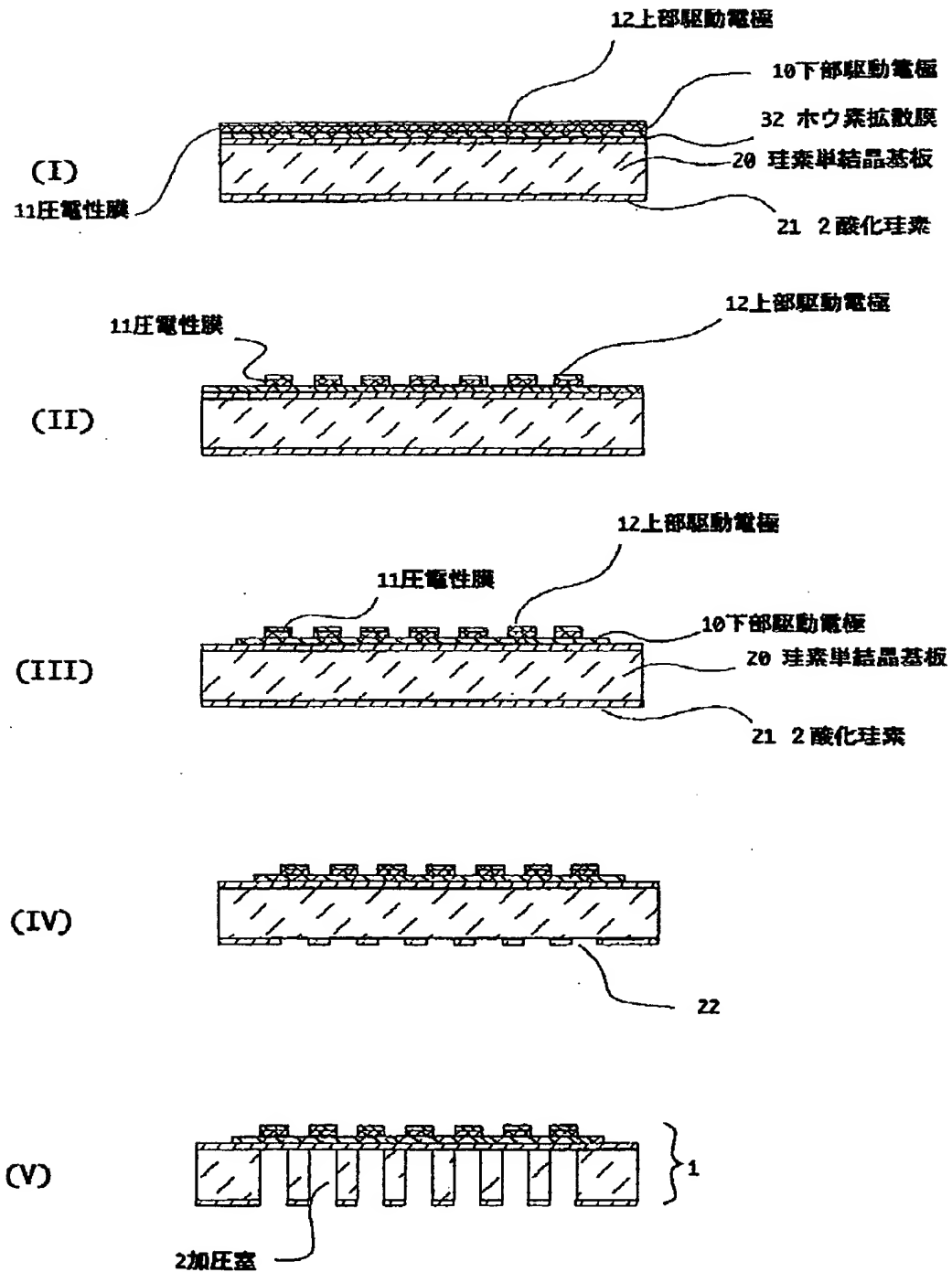
【図3】



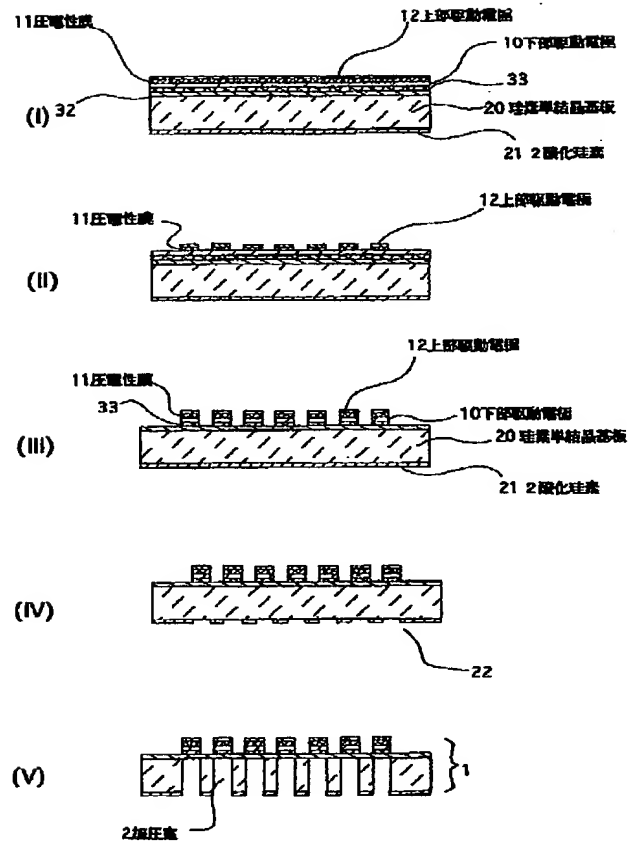
【図5】



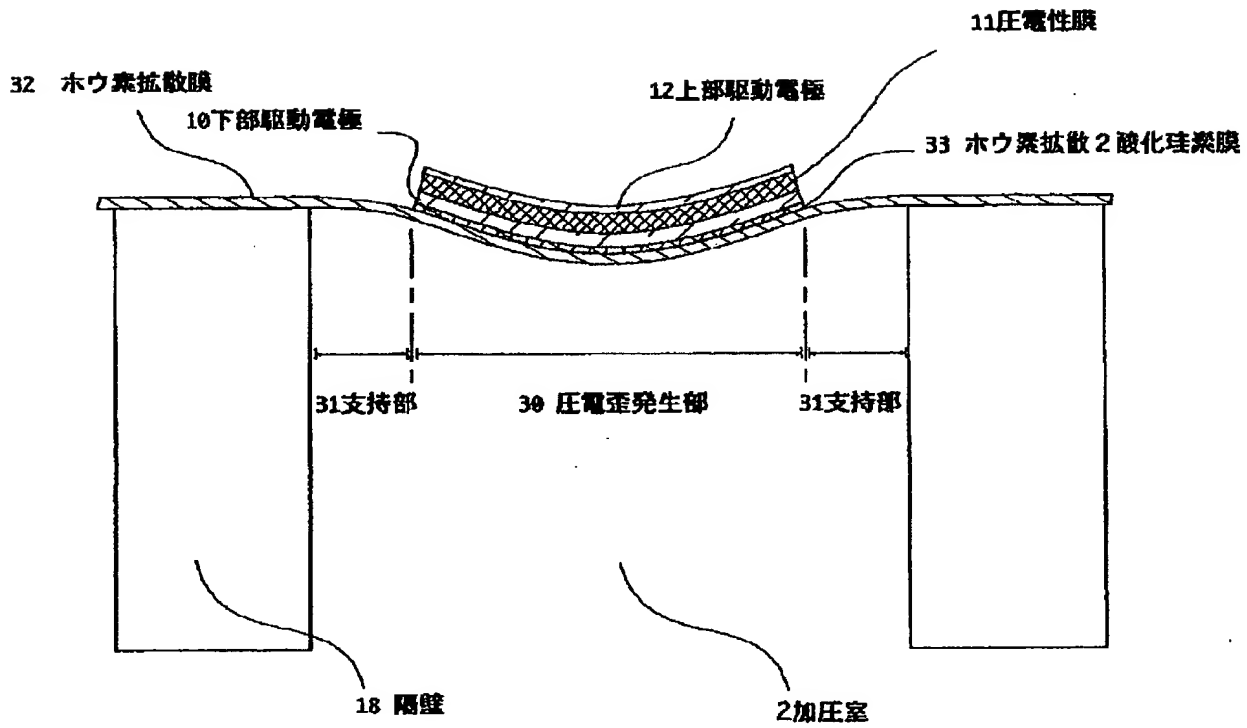
【図4】



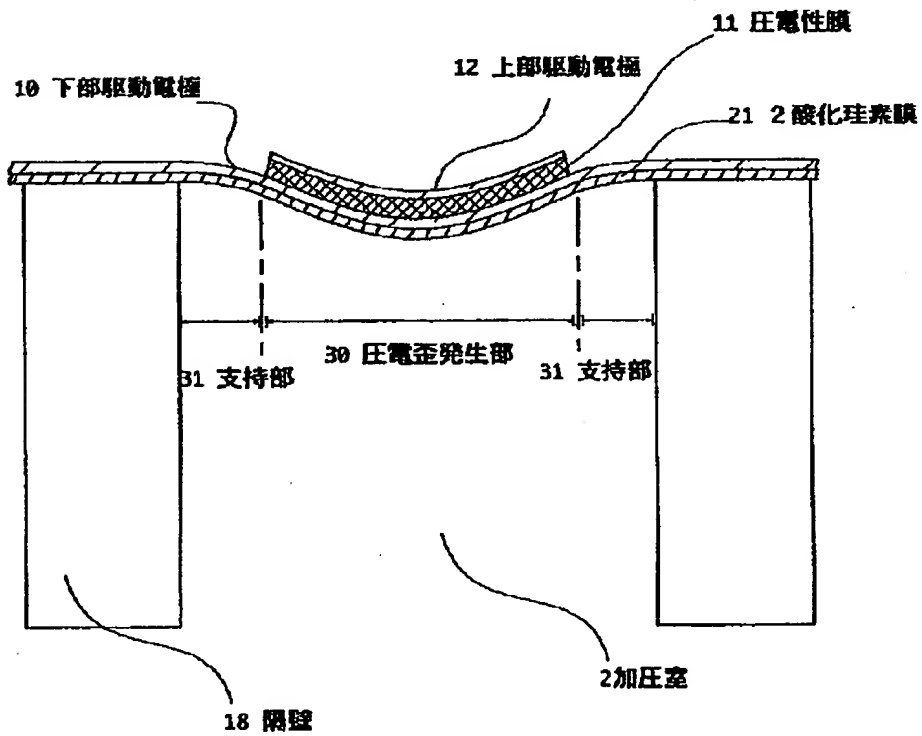
【図6】



【図7】



【図8】



L4 ANSWER 2 OF 6 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
AN 1995-052383 JAPIO
TI **INK** JETTING APPARATUS
IN SUGAWARA HIROTO
PA BROTHER IND LTD, JP (CO 000526)
PI JP 07052383 A 19950228 Heisei
AI JP1993-204937 (JP05204937 Heisei) 19930819
SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN (CD-ROM), Unexamined Applications, Vol. 95, No. 2
IC ICM (6) B41J002-045
ICS (6) B41J002-055; (6) B41J002-175
AB PURPOSE: To obtain an **ink** jetting apparatus having a long service life of an electrode and high reliability by controlling a voltage

to be applied to the electrode so that one diaphragm is warped in a direction opposite to a warping direction of a common diaphragm.
CONSTITUTION: A side wall 121b except a part held between electrodes 131b and 132b does not shrink because of the absence of a driving electric field. A **compressive** distortion, namely, a negative distortion acts at the part of the side wall 121b held between the electrodes 131b and 132b, and a **tensile** distortion in an opposite direction to that of the **compressive** distortion, i.e., a positive distortion acts at the side wall 121b except the part held between the electrodes 131b and 132b. As a result, the side wall 121b is rapidly deformed like a bimorph towards the inside of an **ink** liquid chamber 122b.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-52383

(43) 公開日 平成7年(1995)2月28日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/045
2/055
2/175

B 4 1 J 3/ 04 1 0 3 A
1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-204937

(22) 出願日 平成5年(1993)8月19日

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 菅原 宏人

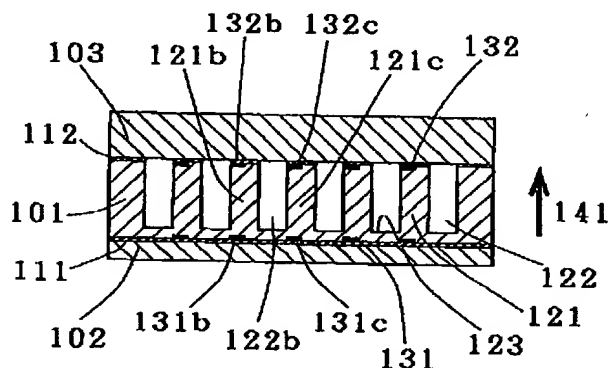
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 インク噴射装置

(57) 【要約】

【目的】 電極の寿命が長く、信頼性が高いインク噴射装置を提供すること。

【構成】 矢印141の方向に分極処理が施された圧電セラミックスプレート101に、一定間隔で配置された電極131及び電極132が形成され、圧電セラミックスプレート101とベースプレート102とが接合層111を介して接合される。次に、圧電セラミックスプレート101に溝123が形成され、圧電セラミックスプレート101とカバープレート103とが接合層112を介して接合される。これで、複数の溝123は、側壁121によって、横方向に互いに間隔を有する複数のインク液室122となる。電極131及び132の幅は側壁121の幅の1/5から4/5の間で、電極131及び132の片端の位置は側壁121のインク液室122と接する表面の位置と略一致する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 分極された圧電材料で構成されると共に、その分極方向に略平行な平面で幅方向が二分された二つの領域を有し、インクが充填される複数のインク液室を隔てる隔壁と、

前記インク液室外に設けられ、前記隔壁の二つの領域の内、片側の領域を圧電効果により歪ませて、隔壁を前記分極方向と略直交する方向に変形させるために、隔壁の前記片側の領域に対して分極方向に略平行な電界を発生する電極と、

複数の前記インク液室の内、第一インク液室からインクを噴射するときには、第一インク液室の両隔壁を互いに逆方向に変形させるように、両隔壁の前記電極に印加する電圧を制御し、第一インク液室に隣接する第二インク液室からインクを噴射するときには、第一インク室と第二インク室とが共用する隔壁を、第一インク液室からインクを噴射するときと反対方向に変形させると共に、第二インク液室のもう一方の隔壁を、前記共用する隔壁の変形方向と反対方向に変形させるように、電極に印加する電圧を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするインク噴射装置。

【請求項2】 前記インク液室は、前記隔壁と、隔壁の一端が接続されるカバープレートと、隔壁の他端が接続されるベースプレートとから構成され、前記隔壁は接続される両端の内、少なくとも一端は、弾性体を介して接続されることを特徴とする請求項1記載のインク噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、インク噴射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、プリンタヘッドとして、圧電セラミックスを応用したドロップオンデマンド方式のインクジェットプリンタヘッドが提案されている。これは、圧電セラミックスの変形によってインク液室の容積を変化させることにより、その容積減少時にインク液室内のインクをノズルから液滴として噴射し、容積増大時に他方のインク導入路からインク液室内にインクを導入するようにしたものである。そして、このようなインク液室を多数互いに近接して配置し、所望の印字データに従って所望の位置のノズルからインク液滴を噴射させることにより、そのノズルと対向する紙面上等に所望の文字や画像を形成するものである。

【0003】この種のインク噴射装置としては、例えば特開昭63-247051号公報、特開昭63-252750号公報及び特開平2-150355号公報に記載されているものがある。図4、図5、図6、図7及び図8にそれら従来例の概略図を示す。以下、インク噴射装置の断面図を示す図4によって、従来例の構成を具体的

2

に説明する。複数の溝15及び該溝15を隔てる側壁11を有し、かつ矢印4の方向に分極処理を施した圧電セラミックスプレート1と、セラミックス材料または樹脂材料等からなるカバープレート2とを、エポキシ系接着剤等からなる接合層3を介して接合することで、溝15は横方向に互いに間隔を有する複数のインク液室12となる。インク液室12は長方形断面の細長い形状であり、側壁11はインク液室12の全長にわたって伸びている。側壁11の接合層3付近の側壁11上部から側壁11中央部までの両表面には、駆動電圧印加用の電極13が形成されている。全てのインク液室12内には、インクが充填される。

【0004】次に、インク噴射装置の断面図を示す図5によって、従来例の動作を説明する。該インク噴射装置において、所望の印字データに従って例えばインク液室12bが選択されると、電極13eと13fに急速に正の駆動電圧が印加され、電極13dと13gは接地される。これにより側壁11bには矢印14bの方向の駆動電界が、側壁11cには矢印14cの方向の駆動電界が作用する。このとき駆動電界方向14b及び14cと分極方向4とが直交しているため、側壁11b及び11cは、圧電厚みすべり効果によってインク液室12bの内部方向に急速に変形する。この変形によってインク液室12bの容積が減少してインク液室12bのインク圧力が急速に増大し、圧力波が発生して、インク液室12bに連通するノズル32（図6）からインク液滴が噴射される。また、駆動電圧の印加を停止すると、側壁11b及び11cが変形前の位置（図4参照）に戻るためインク液室12b内のインク圧力が低下し、インク供給口21（図6）からマニホールド22（図6）を通してインク液室12b内にインクが供給される。

【0005】従来例では、隣接する2つのインク液室に連通する2つのノズルから同時にインク液滴を噴射することができないため、例えば、左端から奇数番目のインク液室12a、12cに連通するノズルからインク液滴を噴射した後、偶数番目のインク液室12b、12dに連通するノズルからインク液滴を噴射し、次に再び奇数番目からインク液滴を噴射するというように、インク液室12及びノズル32を複数のグループに分割してインク液滴の噴射を行う。

【0006】但し、上記の動作は従来例の基本動作に過ぎず、製品として具体化される場合には、まず駆動電圧を容積が増加する方向に印加し、先にインク液室12bにインクを供給させた後に駆動電圧の印加を停止して、側壁11b及び11cを変形前の位置（図4参照）に戻してインクを噴射させることもある。

【0007】次に、インク噴射装置の斜視図を示す図6によって、従来例の構成及び製造法を説明する。分極処理を施した圧電セラミックスプレート1に、薄い円板状のダイヤモンドブレードを使用した研削加工等によっ

10

20

30

40

50

3

て、前記の形状のインク液室12を形成する平行な溝15を作成する。溝15は圧電セラミックスプレート1のほぼ全域で同じ深さの平行な溝であるが、端面17に近づくにつれて徐々に浅くなり、端面17付近では浅く平行な浅溝18となるよう作成される。この溝15及び浅溝18の内面には、前記の電極13がスパッタリング等によって形成される。溝15の内面にはその側面の上半分のみに電極13が形成されるが、浅溝18の内面にはその側面及び底面全体に電極13が形成される。また、セラミックス材料または樹脂材料等からなるカバープレート2に、研削または切削加工等によって、インク導入口21及びマニホールド22を作成する。

【0008】次に、圧電セラミックスプレート1の溝15加工側の面とカバープレート2のマニホールド22加工側の面とを、エポキシ系接着剤3(図4)等によって、各々の溝15が前記の形状のインク液室12を形成するように接着する。次に、圧電セラミックスプレート1及びカバープレート2の端面16に、各インク液室12の位置に対応した位置にノズル32が設けられたノズルプレート31を接着する。圧電セラミックスプレート1の溝15加工側と反対側の面には、各インク液室12の位置に対応した位置に導電層のパターン42が設けられた基板41を、エポキシ系接着剤等によって接着する。そして、浅溝18の底面の電極13と導電層のパターン42を、ワイヤボンディングによって導線43で接続する。

【0009】次に、制御部のブロック図を示す図7によって、従来例の制御部の構成を説明する。基板41に設けられた導電層のパターン42は各々個々にLSIチップ51に接続され、クロックライン52、データライン53、電圧ライン54及びアースライン55もLSIチップ51に接続されている。LSIチップ51は、クロックライン52から供給された連続するクロックパルスに基づいて、データライン53上に現れるデータから、どのノズル32からインク液滴の噴射を行うべきかを判断し、駆動するインク液室12内の電極13に導通する導電層のパターン42に、電圧ライン54の電圧Vを印加する。また、前記インク液室12以外の電極13に導通する導電層のパターン42にアースライン55の電圧0を印加する。

【0010】次に、プリンタの斜視図を示す図8によって、従来例の構成及び動作を説明する。インク噴射装置61及びノズルプレート31は、図5、図6及び図7で説明した構成、動作をもつものである。インク噴射装置61はキャリッジ62上に固定され、インク供給チューブ63はインク供給口21(図6)に連通し、LSIチップ51(図7)はキャリッジ62に内蔵され、フレキシブルケーブル64は図7に示したクロックライン52、データライン53、電圧ライン54及びアースライン55に対応している。キャリッジ62はスライダ66

4

に沿って矢印65方向に記録紙71の全幅にわたって往復移動し、インク噴射装置61はキャリッジ62が移動している時にプラテンローラ72に保持された記録紙71に対して、ノズルプレート31に設けられたノズル32(図6)からインク液滴を噴射し、記録紙71上にインク液滴を付着させる。

【0011】また、記録紙71はインク噴射装置61がインク液滴を噴射しているときは静止しているが、キャリッジ62が往復動作を行う度に紙送りローラ73及び74によって矢印75方向に一定量ずつ移送される。これによって、インク噴射装置61は記録紙71の全面に所望の文字や画像を形成することが可能となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来のインク噴射装置61では、電極13がインク液室12の内面に露出して形成されており、インク液室12内部のインクに接するため、電極13がインク中に含まれる水分などによって腐食される。このため、側壁11の変形量が小さくなったり、電極13が断線して側壁11の一部に電圧が伝わらなくなり側壁11の一部が変形しなくなって、噴射が不安定になるという問題点があった。従って、インク噴射装置の信頼性が低いという問題点があった。

【0013】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、電極の寿命が長く、信頼性が高いインク噴射装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の請求項1では、分極された圧電材料で構成されると共に、その分極方向に略平行な平面で幅方向が二分された二つの領域を有し、インクが充填される複数のインク液室を隔てる隔壁と、前記インク液室外に設けられ、前記隔壁の二つの領域の内、片側の領域を圧電効果により歪ませて、隔壁を前記分極方向と略直交する方向に変形させるために、隔壁の前記片側の領域に対して分極方向に略平行な電界を発生する電極と、複数の前記インク液室の内、第一インク液室からインクを噴射するときには、第一インク液室の両隔壁を互いに逆方向に変形させるように、前記両隔壁の前記電極に印加する電圧を制御し、第一インク液室に隣接する第二インク液室からインクを噴射するときには、第一インク室と第二インク室とが共用する隔壁を、第一インク液室からインクを噴射するときと反対方向に変形させると共に、第二インク液室のもう一方の隔壁を、前記共用する隔壁の変形方向と反対方向に変形させるように、電極に印加する電圧を制御する制御手段とを備えている。

【0015】請求項2では、前記インク液室は、前記隔壁と、隔壁の一端が接続されるカバープレートと、隔壁の他端が接続されるベースプレートとから構成され、前記隔壁は接続される両端の内、少なくとも一端は、弾性

5

体を介して接続されることを特徴とする。

【0016】

【作用】上記の構成を有する本発明では、前記制御手段によって、前記インク液室の内、第一インク液室からインクを噴射するときには、第一インク液室の両隔壁を互いに逆方向に変形させるように電圧が制御され、また第一インク液室に隣接する第二インク液室からインクを噴射するときには、第一インク室と第二インク室とが共用する隔壁を、第一インク液室からインクを噴射するときと反対方向に変形させると共に、第二インク液室のもう一方の隔壁を、前記共用する隔壁の変形方向と反対方向に変形させるように電圧が制御され、その電圧が、前記インク液室外に設けられた前記電極に印加される。

【0017】

【実施例】以下、本発明を具体化した第一実施例を図面を参照して説明する。尚、従来技術と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0018】まず、インク噴射装置の断面図を示す図1によって、本発明の一実施例の構成を具体的に説明する。図1に示すように、矢印141の方向に分極処理が施された圧電セラミックスプレート101の下面には、アルミニウム、ニッケル、金等の金属や導電性樹脂等からなり、一定間隔で配置された電極131が、真空蒸着、スパッタリング、化学メッキ、スクリーン印刷等で形成される。また、圧電セラミックスプレート101の上面には、アルミニウム、ニッケル、金等の金属や導電性樹脂等からなり、電極132が、同様に形成される。この電極132は、電極131と対応した位置に一定間隔で配置されている。そして、圧電セラミックスプレート101の電極131が形成された面と、セラミックス、樹脂、金属材料などからなるベースプレート102とが、エポキシ系接着剤等からなる接合層111を介して接合される。

【0019】次に、圧電セラミックスプレート101に、複数の溝123が、薄い円板状のダイヤモンドブレードを使用した研削加工等によって形成される。このとき、溝123を隔てる側壁121の上面に、電極132が配置されている。その電極132は、側壁121の幅方向を中心から二分したの位置に対応した側壁121の上面の左側に配置されている。また、圧電セラミックスプレート101の底面に形成された電極131は、側壁121の前記左側に対応した位置に配置されている。

【0020】次に、圧電セラミックスプレート101の電極132が形成された面と、セラミックス、樹脂、金属材料などからなるカバープレート103とが、弾性を有するエポキシ系接着剤等からなる接合層112を介して接合される。これで、複数の溝123は、側壁121によって、横方向に互いに間隔を有する複数のインク液室122となる。インク液室122は長方形断面の細長い形状であり、側壁121はインク液室122の全長に

6

わたって伸びている。全てのインク液室122内には、インクが充填される。

【0021】尚、電極131及び132は、実験結果より側壁121の幅の1/5から4/5の間であればよい。また、電極131及び132の片端の位置は側壁121のインク液室122と接する表面の位置と略一致する。

【0022】そして、電極131、132はそれぞれLSIチップ155(図3)に接続されている。図3に示すように、そのLSIチップ155には、クロックライン52、データライン53、正電圧ライン154、負電圧ライン156及びアースライン55もLSIチップ155に接続されている。LSIチップ155は、クロックライン52から供給された連続するクロックパルス52に基づいて、データライン53上に現れるデータから、どのノズル32(図6)からインク液滴の噴射を行うべきかを判断し、駆動するインク液室122内の両側壁121の電極132に、正電圧ラインの電圧Vまたは負電圧ラインの電圧-Vを印加すると共に、前記両側壁121以外の電極132と全ての電極131とにアースライン55の電圧0を印加する。

【0023】次に、インク噴射装置の断面図を示す図2によって、本発明の一実施例の動作を説明する。該インク噴射装置において、所望の印字データに従って、LSIチップ155が、例えばインク液室122bからインクを噴射すると判断すると、LSIチップ155は、電極132bに急速に正の駆動電圧、電極132cに急速に負の駆動電圧を印加し、電極131b及び131cを接地する。これにより、側壁121bの電極131bと電極132bとに挟まれた部分には矢印151bの方向の駆動電界が作用し、側壁121cの電極131cと電極132cとに挟まれた部分には矢印151cの方向の駆動電界が作用する。

【0024】このとき駆動電界方向151bと分極方向141とが平行、且つ逆方向であるため、側壁121bの電極131bと電極132bとに挟まれた部分は、圧電縦効果によって縮み変形をしようとする。しかしながら、側壁121bの電極131bと電極132bとに挟まれた部分以外の部分は、駆動電界が作用しないため縮み変形をしない。このため、側壁121bの電極131bと電極132bとに挟まれた部分には、圧縮の歪、即ち負の歪が作用し、側壁121bの電極131bと電極132bとに挟まれた部分以外の部分には、前記圧縮の歪によって、これと逆方向の引張の歪、即ち正の歪が作用する。従って、側壁121bはインク液室122bの内部方向に急速にバイモルフ状の変形をする。

【0025】また、駆動電界方向151cと分極方向141とが平行、且つ同方向であるため、側壁121cの電極131cと電極132cとに挟まれた部分は、圧電縦効果によって分極方向141の方向に急速に伸び変形

をしようとする。しかしながら、側壁121cの電極131cと電極132cとに挟まれた部分以外の部分は、駆動電界が作用しないため伸び変形をしない。従って、側壁121cは、側壁121bと同様にバイモルフ状の変形をして、インク液室122bの内部方向に急速に変形をする。

【0026】この変形によってインク液室122bの容積が減少してインク液室122bのインク圧力が急速に増大し、圧力波が発生して、インク液室122bに連通するノズル32(図6)からインク液滴が噴射される。また、LSIチップ155が駆動電圧の印加を停止すると、側壁121b及び121cが変形前の位置(図1参照)に戻るためインク液室122b内のインク圧力が低下し、インク供給口21(図6)からマニホールド22(図6)を通してインク液室122b内にインクが供給される。

【0027】次に、LSIチップ155がインク液室122bに隣接するインク液室122cからインクを噴射すると判断すると、LSIチップ155は、電極132cに急速に正の駆動電圧、電極132dに急速に負の駆動電圧を印加し、電極131c及び131dを接地して、側壁121c及び122dをインク液室122cの内部方向に変形させて、インクを噴射させる。

【0028】このように、本実施例のインク噴射装置では、電極131の全体及び電極132のほとんどがインク液室122の内部のインクに接しない。このため、電極131及び132がインク中に含まれる水分などによって腐食されることが少なく、噴射が不安定になるということが少ない。従って、電極131及び132の寿命が長く、信頼性が高いインク噴射装置を提供することが可能である。

【0029】尚、前記実施例においては、まず駆動電圧の印加によりインク液室122の容積を減少させてインク液滴を噴射し、次に駆動電圧の印加を停止することによりインク液室122の容積を増加させてインク液室122内にインクを供給していたが、まず駆動電圧の印加によりインク液室122の容積を増加させてインク液室122内にインクを供給し、次に駆動電圧の印加を停止することによりインク液室122の容積を減少させてインク液滴を噴射してもよい。

【0030】また、前記実施例においては、電極131及び132が全ての側壁121で左側の部分のみに形成されていたが、電極131及び132が一部または全部の側壁で右側の部分のみに形成されていてもよい。

【0031】更に、前記実施例においては、電極131は圧電セラミックスプレート101の下部の側壁121の位置に対応した位置に分割して形成されていたが、電極131は圧電セラミックス101の下部に全ての側壁121に共通して連続して形成されていてもよい。

【0032】また、ベースプレート102は省略されて

いてもよい。

【0033】更に、前記実施例においては、電極132が側壁121の上面に形成されていたが、カバープレート103に形成されていてもよい。

【0034】また、前記実施例では、圧電セラミックスプレート101に電極131、132を形成した後、溝123を形成したが、溝123を形成した後、電極131、132を形成してもよい。

【0035】また、前記実施例では、側壁121は一枚の圧電プレートから構成されていたが、複数枚の圧電プレートを積層してもよい。さらに、この積層の間に電極を配設してもよい。

【0036】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明のインク噴射装置では、前記制御手段によって、前記インク液室の内、第一インク液室からインクを噴射するときには、第一インク液室の両隔壁を互いに逆方向に変形させるように電圧が制御され、また第一インク液室に隣接する第二インク液室からインクを噴射するときには、第一インク室と第二インク室とが共用する隔壁を、第一インク液室からインクを噴射するときと反対方向に変形させると共に、第二インク液室のもう一方の隔壁を、前記共用する隔壁の変形方向と反対方向に変形させるように電圧が制御され、その電圧が印加される前記電極が、前記インク液室外に設けられているので、電極のほとんどがインク液室の内部のインクに接しない。このため、電極がインク中に含まれる水分などによって腐食されることが少なく、噴射が不安定になるということが少ない。従って、電極の寿命が長く、インク噴射装置の信頼性が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のインク噴射装置を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施例のインク噴射装置の動作を示す説明図である。

【図3】本発明の一実施例のインク噴射装置の制御部のブロック図である。

【図4】従来例のインク噴射装置の断面図である。

【図5】従来例のインク噴射装置の動作を示す説明図である。

【図6】従来例のインク噴射装置の斜視図である。

【図7】従来例の制御部のブロック図である。

【図8】従来例のプリンタの斜視図である。

【符号の説明】

101 圧電セラミックスプレート

121 側壁

122 インク液室

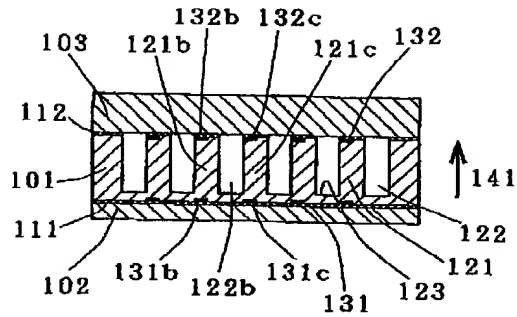
131 電極

132 電極

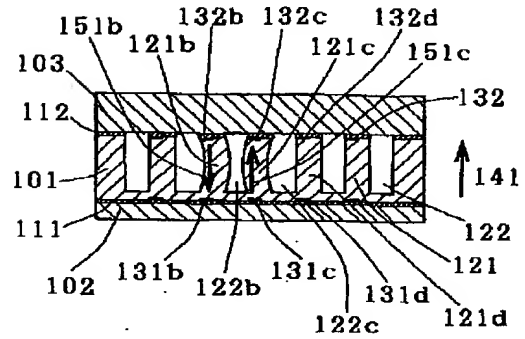
141 分極方向

155 LSIチップ

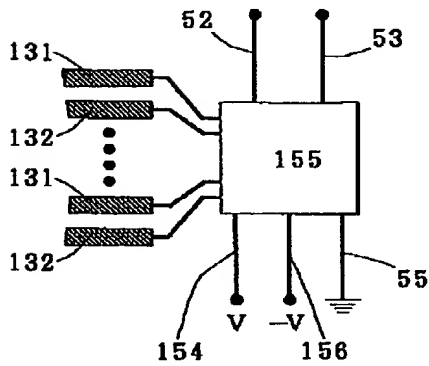
【図1】



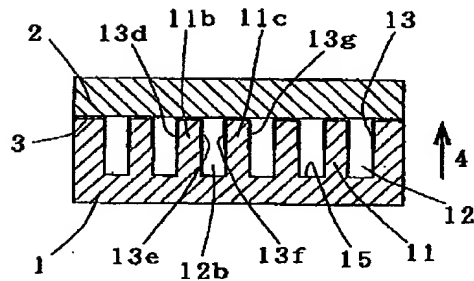
【図2】



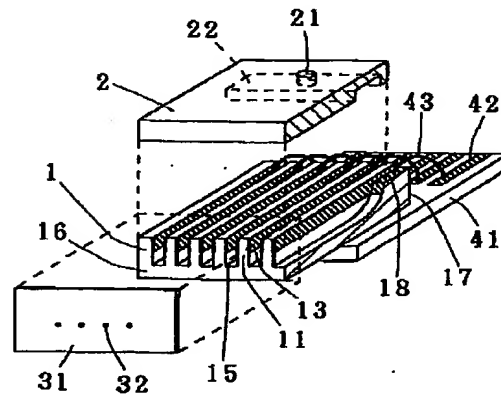
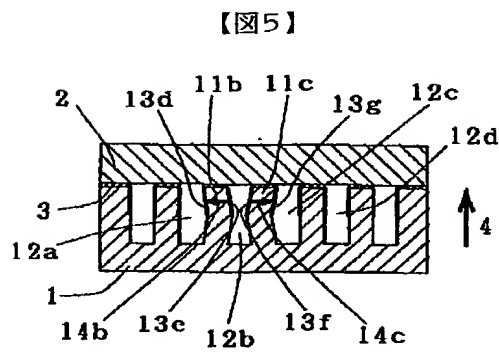
【図3】



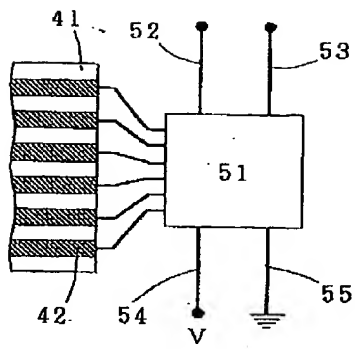
【図4】



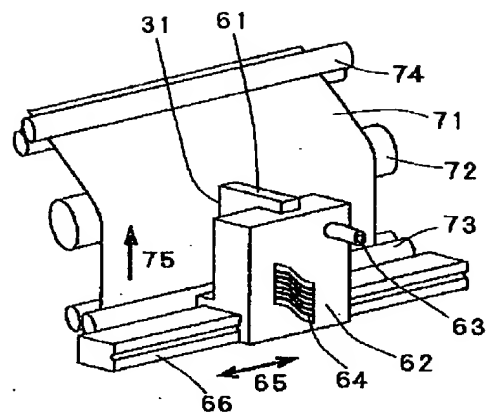
【図6】



【図7】



【図8】



L4 ANSWER 5 OF 6 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
AN 1988-089354 JAPIO
TI LINE PRINTER PRINTING HEAD
IN UCHIKAWA TADAYASU; OTA TAKASHI
PA NEC CORP, JP (CO 000423)
PI JP 63089354 A 19880420 Showa
AI JP1986-235624 (JP61235624 Showa) 19861002
SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: M, Sect. No. 736, Vol. 12, No. 321, P. 54 (19880831)
IC ICM (4) B41J003-10
AB PURPOSE: To obtain a realiable high speed printing head at a low cost, by a method wherein a **piezo**-electric element is **compressed** to be pinched between the inner walls of a U-shaped base having a comb-type end face corresponding thereto, and a printing needle is provided at the free end of a plate spring of which the another end is fixed.
CONSTITUTION: A displacement is transmitted to a finger part 2 by the excitation of a **piezo**-electric element 3, which further acts on a plate spring 5 via the finger part 2. The response of the **piezo**-electric element is as large as several tens of kHz. A shock force acts on a plate spring 5 from the finger part 2 by this quick rise, and the plate spring 5 flies free forward. An **ink** ribbon 7 and paper 8 are struck by a printing needle 4 on the plate spring 5, and a character is drawn by a dot matrix. The **piezo**-electric element 3 is always **compressed** by the finger part 2, and a rupture as in the case with a conventional device due to the action of a **tensile** force does not occur. This printing head is low-priced because its working is easy. Further, since the action of the **tensile** force of the **piezo**-electric element 3 is suppressed, a reliable head can be obtained.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-89354

⑬ Int. Cl.⁴

B 41 J 3/10

識別記号

1 1 3

庁内整理番号

A-7612-2C

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 ラインプリンタ印字ヘッド

⑯ 特 願 昭61-235624

⑰ 出 願 昭61(1986)10月2日

⑱ 発 明 者 内 川 忠 保 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 発 明 者 太 田 孝 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発 明 の 名 称

ラインプリンタ印字ヘッド

特 許 請 求 の 範 囲

プラテンに対向してプリント用紙およびインクリボンを通して配置され、圧電素子の伸縮動作により印字針を自由飛行させて印字を行なう圧電式印字ヘッドにおいて、くし状の端面をもつコの字型の基板と、前記コの字型基板の内側で各々のくし状の端面内壁に対応して圧縮して挟まれた圧電素子と、前記基板に一端が固定され他端自由でかつ前記くし状の端面で前記プラテン側である前面に対応するように配置され前記自由端に印字針が設けられた板ばねとから構成され、前記印字針が前記くし状の端面より力を受けて自由飛行し印字動作するように配置されていることを特徴とするラインプリンタ印字ヘッド。

発 明 の 詳 細 な 説 明

〔産業上の利用分野〕

本発明は圧電アクチュエータを駆動源とするプリンタ印字ヘッドに関するものである。

〔従来の技術〕

従来、プリンタ印字ヘッドやリレーなどの駆動源としては、電磁型のアクチュエータが広く用いられてきた。この電磁型のアクチュエータは、コイルに電流を流すことにより磁界を発生しその磁力を利用して可動部材を駆動するため、銅損や鉄損が生じ、大きなエネルギーを必要とするばかりでなく、発熱及び磁気干渉などの問題点があった。そこで近年、電気・機械エネルギー変換効率がよく、低電力、低発熱で磁気干渉のない圧電素子を用いた第4図に示すようなプリンタ用印字ハンマが報告されている(電子通信学会機構部品研究会資料EMC84-49)。

第4図は従来の圧電アクチュエータを用いた印字機構の一例を示すプリンタ用印字ハンマの模式的側面図である。同図において、印字ハンマは、

圧電素子3の伸長動作方向(矢印A方向)の先端に、板ばね5で支持されたフライトハンマ13が接するように配置されている。フライトハンマ13にはドットを印字するための印字ワイヤ4が設けてある。この印字ハンマにおいて、圧電素子3に電圧を印加すると、フライトハンマ13は圧電素子3の高速な伸長動作により圧電素子3から力を受けて加速され、圧電素子3を離れて飛行する。そして印字ワイヤ4が前方にあるインクリボン7と紙8を介してプラテン6に衝突し紙8にドットを印字する。その後フライトハンマ13はプラテン6からの反発力と板ばね5の復帰力により圧電素子3の所へ戻ってくる。この動作をくり返すことにより文字や図形をドットの集合で表現するものである。

(発明が解決しようとする問題点)

上述した従来のプリンタ用印字ハンマにおいて、印字動作の高速化を図るためには、板ばね5とフライトハンマ13と印字ワイヤ4とから構成される振動系の固有振動数を高くする必要がある。

タ印字ヘッドを構成する場合は、複数の印字ハンマを並列にした印字ヘッドを構成し、各ハンマの並列ピッチ分だけ印字ヘッドを揺動し、かつ紙送りを行なうことにより文字を描いている。そのとき、数十個に並列された複数のハンマを配列するとき印字濃度のバラツキを少なくすることやインクリボン7とワイヤ4とのひっかけによる故障をなくするため各ハンマの配列や位置に高精度を必要としているのが普通である。そのため、このような印字ハンマをラインプリンタに適用する場合は、圧電素子3のプラテン側である前面と板ばね5固定部との段差を切削又は研削する必要があるが、圧電素子3前面の切削時には切削抗力が作用することになる。したがって、曲げにも弱い圧電素子3の前面に対する加工は困難となる。

本発明の目的はこれらの問題点を解決したラインプリンタ印字ヘッドを提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明のプラテンに対向してプリント用紙、インクリボンを介して配置される圧電式ラインプリ

り、そのためには板ばね5のばね定数を高くしなければならない。しかし、板ばね5のばね定数を高くすると、圧電素子3からフライトハンマ13に伝達されるエネルギーのうち、板ばね5の変形に費やされる割合が増加するため、フライトハンマの運動エネルギーは減少し、印字されたドットの濃度が薄くなる。

そこで、印字濃度を低下させずに印字動作の高速化を達成するためには圧電素子3からフライトハンマ13に伝達されるエネルギーを大きくする必要がある。この伝達エネルギーを大きくすると、板ばね5のばね定数を大きくして高速化できかつ所用の印字濃度も確保できる。伝達エネルギーを大きくするためには、圧電素子3の発生エネルギーを大きくすればよく、印加電圧を高くすればよい。しかしながら、印加電圧を高めると圧電素子3の加速度が大きくなって圧電素子3自身の慣性力により生ずる内部応力が大きくなり信頼性が下がる結果圧電素子3が破壊することもある。またさらに、このような印字ハンマを用いてラインプリン

タ印字ヘッドの構成は、くし状の端面をもつコの字型の基板と、そのコの字型内側で各々のくし状の端面内壁に対応して圧縮して挟まれた圧電素子と、前記基板に一端が固定され他端自由でかつ前記くし状の端面で前記プラテン側である前面に対応するように配置され前記自由端に印字針が設けられた板ばねとから構成され、前記印字針が前記くし状の端面より力を受けて自由飛行し印字動作するように配置されていることを特徴とする。

(作用)

本発明の圧電式ラインプリンタ印字ヘッドにおいて、印字ヘッドの基板はコの字型の基板であって一端面がくし状に形成され、その各々のくし状のフィンガー部の内側には駆動源となる圧電素子が圧縮されるように挟まれている。その基板に対する圧電素子の装着は前記フィンガー部の曲げによる復帰力、すなわちばね力で押えられる。この結果、圧電素子は圧縮力を受けることになり、電圧が印加されて圧電素子が伸びた場合でもくし状のフィンガー部は弾性変形の範囲内で変形し圧電

素子には常に圧縮力が加わる。したがって圧電素子は引張り力には極めて弱い圧縮力には極めて強いのでこのフィンガー部の固定により、圧電素子の信頼性は大幅に上がる。またさらに、基板において各々のくし状のそれぞれのフィンガー部に対して圧電素子が装着されており、基板全体の剛性を高めているためプラテンに対向する基板前面を切削又は研削することができ、その基板前面、すなわちくし状のフィンガー部前面に印字針をもつ板ばねを位置決め精度よく固定できる。したがって、本発明の印字ヘッドは圧電素子を含む基板ユニットと印字針をもつ板ばねとはそれぞれ別々に組立てられ、最終段階で基板と板ばねとを組立てられるため量産性を上げている。このような印字ヘッドで、圧電素子の駆動時にはくし状のフィンガー部を介して板ばねに衝撃力が与えられ、板ばねはその力により自由飛行し印字動作ができる。

〔実施例〕

本発明について図面を参照して詳細に説明す

の一体加工が容易であり、精度良く加工できる。このように構成した印字ヘッドでは、圧電素子3の励起によりフィンガー部2に変位が伝達され、さらにフィンガー部2を介して板ばね5に作用する。圧電素子3の応答は数十kHzと大きく、この急激な立上がりによりフィンガー部2より板ばね5に衝撃力が作用し、板ばね5は前方へ自由飛行し、その板ばね5にある印字針4によりプラテン6上のインクリボン7、用紙8を打撃しドットマトリクスによって文字を描く。圧電素子3はフィンガー部2による常に圧縮されており、従来のような引張り力の作用による破損がなくなる。このように本発明の印字ヘッドは加工が容易であるため低コストであり、また加工精度を良く出せるため印字品質がよく、さらに、圧電素子3の引張り力の作用をおさえているために信頼性のあるヘッドが得られる。

第2図は本発明の第2の実施例を示す印字ヘッド断面図である。第2図において、基板9はコの字型に形成すると共に、例えばフィンガー部2の

る。第1図(a)は本発明の第1の実施例を示す印字ヘッド断面図で、第1図(b)は印字ヘッドを複数個構成した模式的な斜視図である。第1図(a)、(b)において、コの字型に形成された基板1の一端面をくし状に形成し、いわゆる複数のフィンガー部2を設けている。そのコの字型の内側であってフィンガー部2の各々に対し、圧電素子3が挟まれて装着される。このときフィンガー2の曲げによる復帰力により圧電素子3の伸縮方向に圧縮力を与えている。この圧電素子3を持つ基板1において、各フィンガー部2のプラテン側となる面に対応するように印字針4を有する板ばね5が固定される。このとき板ばね5は基板1に対し、例えば位置決めピンの如き手段により位置決めされるとともに、印字方向の位置決めは、基板1の板ばね5の固定部およびフィンガー部2先端部のプラテン側面とを一体で切削あるいは研削することによって決められる。また、圧電素子3を装着した基板1は剛性が大きいので、切削による抗力に耐えられる。したがって、基板1

プラテン側となる前面の板ばね5の固定端近傍に溝10を設ける。この溝10は並列された各フィンガー部2に設けられ、フィンガー部2のパネ定数を定めることができる。したがって、基板9内のフィンガー部2に挟まれた圧電素子3への圧縮力をも定めることができる。本実施例においても印字針4を有する板ばね5を自由飛行させ印字動作が可能となり、第1の実施例と同様の効果が得られる。

第3図は本発明の第3の実施例を示す基板11の模式的な部分斜視図である。第3図において、コの字型基板11のフィンガー部2の根元に切欠きの如き穴12を設けその径によりフィンガー部2のばね定数を定め圧電素子3への圧縮力を定める。本実施例においても第1及び第2の実施例と同様の効果が得られる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、一つの基板内で圧電素子に圧縮力を与え挟むことができるため、加工が容易となり低コストが可能となり、

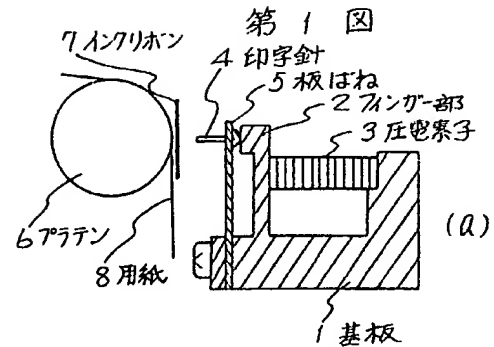
なおかつ信頼性のある高速な圧電式ラインプリンタ印字ヘッドが得られる効果がある。

図面の簡単な説明

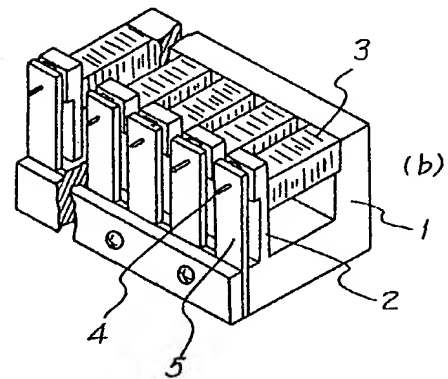
第1図(a)は本発明の第1の実施例を示す印字ヘッド断面図、第1図(b)は第1図(a)の模式的な斜視図、第2図は本発明の第2の実施例を示す印字ヘッド断面図、第3図は本発明の第3の実施例を示す基板の模式的な斜視図、第4図は従来の印字ヘッドを示す模式的側面図である。

1、9、11…基板、2…フィンガー部、3…圧電素子、4…印字針、印字ワイヤ、5…板ばね、6…プラテン、7…インクリボン、8…用紙、10…溝、12…切欠き穴、13…フライトハンマ。

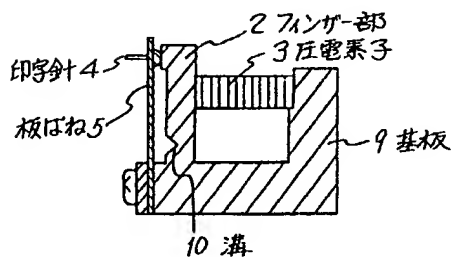
代理人 弁理士 内 原 晋



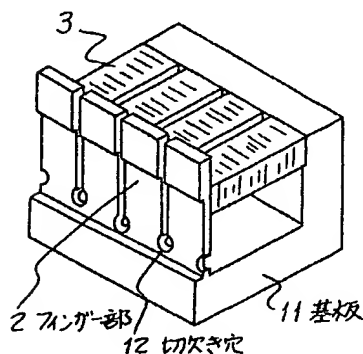
第 1 図



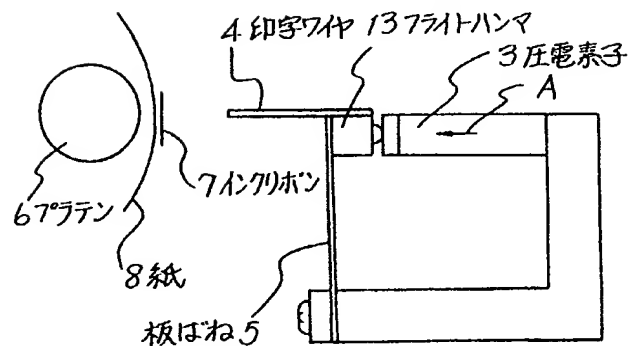
第 2 図



第 3 図



第 4 図



L3 ANSWER 5 OF 16 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
 AN 1997-232644 JAPIO
 TI **PIEZOELECTRIC** THIN FILM ELEMENT AND **INK** JET RECORDING
 HEAD USING IT
 IN MURAI MASAMI
 PA SEIKO EPSON CORP, JP (CO 000236)
 PI JP 09232644 A 19970905 Heisei
 AI JP1996-313830 (JP08313830 Heisei) 19961125
 SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN (CD-ROM), Unexamined Applications, Vol. 97, No. 9
 IC ICM (6) H01L041-09
 ICS (6) B41J002-045; (6) B41J002-055; (6) C30B029-32; (6) H01L041-187
 AB PURPOSE: TO BE SOLVED: To provide a **piezoelectric** thin film element with high durability and excellent reliability by satisfying a specific formula for the relation between the film thickness of a platinum lower part electrode and a silicon dioxide film thickeners.
 CONSTITUTION: he **piezoelectric** thin film element 110, the relation between the film thickness X of a platinum lower part electrode 104 and the film thickness Y of a silicon dioxide film 201 is specified to satisfy the following inequities; $0.5 \leq X/Y \leq 4$ and $3000 \text{ \AA} \leq X \leq 2 \mu\text{m}$. At this time, if X/Y exceeds 4, the platinum lower part electrode 104 becomes to be easily peeled by the **tensile stress** thereof, and if X/T does not exceed 0.5, floating may be caused in the platinum lower part electrode film and a PZT film, and the PZT film becomes to be easily peeled. On the other hand, if the film thickness X of the platinum lower part electrode 104 is lower than 3000 \AA , the adhesive properties of the electrode 104 becomes to be easily deteriorated, while of the film thickness X exceeds $2 \mu\text{m}$, the bond properties becomes to be easily deteriorated. The **piezoelectric** thin film element with high durability and excellent reliability can be provided by satisfying the specific formula.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-232644

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/09			H 0 1 L 41/08	C
B 4 1 J 2/045			C 3 0 B 29/32	Z
2/055			B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
C 3 0 B 29/32			H 0 1 L 41/18	1 0 1 D
H 0 1 L 41/187				
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-313830

(22) 出願日 平成8年(1996)11月25日

(31) 優先権主張番号 特願平7-332215

(32) 優先日 平7(1995)12月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 村井 正己

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

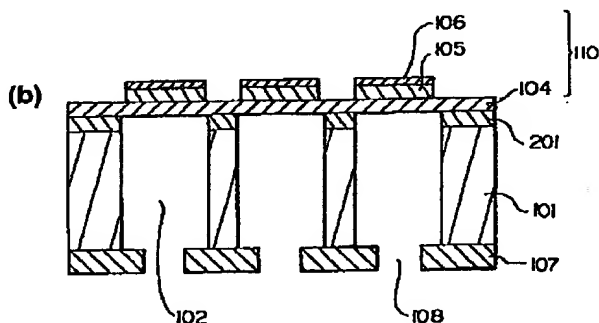
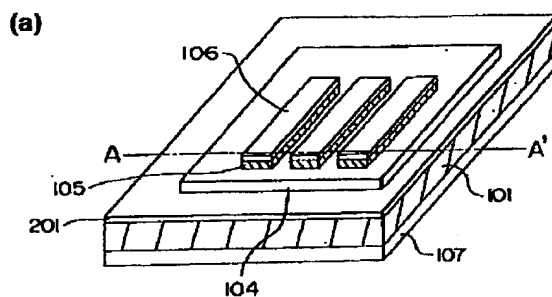
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 圧電体薄膜素子及びこれを用いたインクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 優れた耐久性及び信頼性を備えた圧電体素子と、この圧電体素子を備え、優れた解像度及び信頼性を備えたインクジェット式記録ヘッドを提供する。

【解決手段】 単結晶シリコン基板101上に形成した二酸化シリコン膜201と、二酸化シリコン膜201上に形成した白金下部電極104と、この上に形成した圧電体膜105と、この上に形成した上部電極106と、を備え、白金下部電極104の膜厚(X)と、二酸化シリコン膜105の膜厚(Y)との関係を、 $0.5 \leq X/Y \leq 4$ であり、かつ $3000 \text{ \AA} \leq X \leq 2 \mu\text{m}$ とした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された二酸化シリコン膜と、当該二酸化シリコン膜上に形成された白金下部電極と、当該白金下部電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上部電極と、を備えてなる圧電体薄膜素子であって、

前記白金下部電極の膜厚(X)と、前記二酸化シリコン膜の膜厚(Y)との関係が、 $0.5 \leq X/Y \leq 4$ であり、かつ $3000 \text{ \AA} \leq X \leq 2 \mu\text{m}$ である圧電体薄膜素子。

【請求項2】 前記二酸化シリコン膜と白金下部電極との間に中間層が形成されてなる請求項1記載の圧電体薄膜素子。

【請求項3】 前記白金下部電極の膜厚(X)と、前記二酸化シリコン膜の膜厚(Y)との関係が、 $1 \leq X/Y \leq 3$ であり、かつ $3000 \text{ \AA} \leq X \leq 1.5 \mu\text{m}$ である請求項1または請求項2記載の圧電体薄膜素子。

【請求項4】 前記中間層は、少なくともチタン酸化物を含んでなる請求項2記載の圧電体薄膜素子。

【請求項5】 前記中間層の膜厚が、 $200 \text{ \AA} \sim 1500 \text{ \AA}$ である請求項2または請求項4記載の圧電体薄膜素子。

【請求項6】 前記圧電体膜が、チタン酸ジルコン酸鉛である請求項1ないし請求項5のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項7】 前記圧電体膜の化学式が、 $\text{PbTi}\alpha\text{Zr}\beta(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\gamma\text{O}_3 + \delta\text{PbO}$ 但し、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 、であり、前記化学式中の α 、 β 、 γ 及び δ が、
 $0.35 \leq \alpha \leq 0.55$
 $0.25 \leq \beta \leq 0.55$
 $0.1 \leq \gamma \leq 0.4$
 $0 \leq \delta \leq 0.3$

の範囲内にある請求項1ないし請求項6のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項8】 前記圧電体膜がゾルゲル法により形成されてなる請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項9】 インク室が形成された基板と、当該インク室の一方を封止するとともに、表面にたわみ振動モードの圧電体薄膜素子が固定された振動板と、前記インク室の他方の面を封止するとともに、インク吐出用のノズル口が形成されたノズル板と、を備えてなるインクジェット式記録ヘッドであって、前記圧電体薄膜素子が、請求項1ないし請求項8のいずれか一項に記載の圧電体破壊膜素子からなるインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 前記圧電体膜が、前記インク室に対応する領域のみに形成されてなる請求項9記載のインクジェット式記録ヘッド。

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電体薄膜素子及びこれを用いたインクジェット式記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、例えば、インクジェット式記録ヘッド等では、インク吐出の駆動源となる振動子を圧電体薄膜素子から構成している。この圧電体薄膜素子は、一般的に、多結晶体からなる圧電体薄膜と、この圧電体薄膜を挟んで配置される上電極及び下電極と、を備えた構造を有している。

【0003】この圧電体薄膜の組成は、一般的に、チタン酸ジルコン酸鉛（以下、「PZT」という）を主成分とする二成分系、または、この二成分系のPZTに第三成分を加えた三成分系とされている。これらの組成の圧電体薄膜は、例えば、スパッタ法、ゾルゲル法、レーザアブレーション法及びCVD法等により形成することができる。

【0004】また、本願発明に特に関連した従来技術として、例えば、米国特許第5,265,315号や特表平5-504740号公報がある。

【0005】これらの従来例では、単結晶シリコン基板上に、熱酸化法により二酸化シリコン膜を 2500 \AA 形成した後、アルミニウム、ニッケル、クロム、プラチナ等の下部電極層を $0.2 \mu\text{m}$ 程度の膜厚で積層する。次に、この下部電極層上に、ゾルゲル法により圧電体素子であるPZT膜を $2 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の膜厚で積層する。

【0006】次いで、このPZT膜上に、上部電極を積層した後、インク室を形成するために、前記単結晶シリコン基板の裏面から選択的にエッチングを行う等、所望の工程を行うことで、インクジェット式記録ヘッドを形成している。

【0007】これらのインクジェット式記録ヘッドは、プリンタ等に設置されるが、今日では、さらなる高解像度の実現が要求されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述したプリンタの解像度を向上させるためには、インク室の大きさを小さくすること、圧電体膜の厚さを薄くすること、が挙げられる。

【0009】しかしながら、前述した構成及び製造方法において、圧電体膜の膜厚を $5 \mu\text{m}$ 以下に形成すると、二酸化シリコン膜と、下部電極膜、あるいは下部電極膜とPZT膜の界面の密着力が低下し、PZT膜の剥離が発生したり、二酸化シリコン膜の応力によりPZT膜の浮きが発生する等、信頼性が低下するという問題がある。

【0010】また、所望のインク吐出を得るためには、圧電体膜の組成を二成分PZTから三成分PZTにすることが望ましい。

【0011】しかしながら、圧電体膜の組成を三成分PZTにすると、PZTに、800℃という焼成温度で熱処理を施すことが必要となり、下部電極膜及びPZT膜の密着力が低下するという問題がある。

【0012】本発明は、このような従来の問題点を解決することを課題とするものであり、耐久性が高く、優れた信頼性を備えた圧電体薄膜素子を提供することを目的とする。さらに、この圧電体薄膜素子を用いることで、高解像度が達成され、信頼性が高いインクジェット式記録ヘッドを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明は、基板上に形成された二酸化シリコン膜と、当該二酸化シリコン膜上に形成された白金下部電極と、当該白金下部電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上部電極と、を備えてなる圧電体薄膜素子であって、前記白金下部電極の膜厚(X)と、前記二酸化シリコン膜の膜厚(Y)との関係が、 $0.5 \leq X/Y \leq 4$ であり、かつ $3000 \text{ \AA} \leq X \leq 2 \mu\text{m}$ である圧電体薄膜素子を提供するものである。前記二酸化シリコン膜と白金下部電極との間には、中間層を介在させることもできる。

【0014】このような構成の圧電体素子は、白金下部電極や圧電体膜の密着性が向上されるため、高い耐久性が得られ、信頼性が向上される。

【0015】ここで、前記X/Yが4を超える($X/Y > 4$)と、圧電体膜の焼結後における白金下部電極膜の引っ張り応力と、二酸化シリコン膜の圧縮応力とのバランスが崩れ、白金下部電極膜の引っ張り応力によって、白金下部電極膜が剥離しやすくなる。

【0016】一方、前記X/Yが0.5未満($X/Y < 0.5$)であると、二酸化シリコン膜の圧縮応力が開放され、白金下部電極膜及びPZT膜に浮きが発生したり、PZT膜の剥離しやすくなる。

【0017】また、前記白金下部電極の膜厚(X)が3000Å未満($X < 3000 \text{ \AA}$)であると、PZT膜の焼成時にかかる900℃程度の熱処理により、白金下部電極膜の密着性が劣化しやすくなる。

【0018】一方、前記白金下部電極の膜厚(X)が2μmを超える($X > 2 \mu\text{m}$)と、PZT膜の焼成時にかかる熱によって、白金下部電極膜の収縮が大きくなり、白金下部電極膜の密着性が劣化しやすくなる。

【0019】前記白金下部電極の膜厚(X)と、前記二酸化シリコン膜の膜厚(Y)との関係は、 $1 \leq X/Y \leq 3$ であり、かつ $3000 \text{ \AA} \leq X \leq 1.5 \mu\text{m}$ とすることができる。このようにすることで、前記利点がさらに向上される。

【0020】前記中間層は、少なくともチタン酸化物を含むことができる。このようにすることで、白金下部電極膜の密着性をさらに向上することができる。また、前

記中間層の膜厚は、200Å～1500Åに設定することができる。

【0021】また、前記圧電体膜は、チタン酸ジルコン酸鉛から構成することができる。さらにまた、前記圧電体膜の化学式は、

$\text{PbTi}\alpha\text{Zr}\beta(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\gamma\text{O}_3 + \delta\text{PbO}$
但し、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ であり、前記化学式中の α 、 β 、 γ 及び δ は、 $0.35 \leq \alpha \leq 0.55$ 、 $0.25 \leq \beta \leq 0.55$ 、 $0.1 \leq \gamma \leq 0.4$ 、 $0 \leq \delta \leq 0.3$ の範囲内であることができる。このようにすることで、この圧電体薄膜素子の圧電歪み定数を大きくすることができる。したがって、これをインクジェット式記録ヘッドに用いた場合、インクを高密度で吐出させることができる。また、前記圧電体膜はゾルゲル法により形成することができる。

【0022】そしてまた、本発明は、インク室が形成された基板と、当該インク室の一方を封止するとともに、表面にたわみ振動モードの圧電体薄膜素子が固定された振動板と、前記インク室の他方の面を封止するとともに、インク吐出用のノズル口が形成されたノズル板と、を備えてなるインクジェット式記録ヘッドであって、前記圧電体薄膜素子が、請求項1ないし請求項8のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子からなるインクジェット式記録ヘッドを提供するものである。この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドは、高解像度が達成されるとともに、高い信頼性が得られる。

【0023】前記圧電体膜は、前記インク室に対応する領域のみに形成することができる。これによって、前記利点がさらに向上される。

【0024】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係る実施の形態について図面を参照して説明する。

【0025】(実施の形態1)図1(a)は、本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの概略を示す斜視図、図1(b)は、図1(a)のA-A'断面拡大図、図2(a)～(c)は、図1に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0026】図1(a)及び(b)に示すように、実施の形態1に係るインクジェット式記録ヘッドは、複数のインク室102が形成された単結晶シリコン基板101と、単結晶シリコン基板101上に二酸化シリコン膜201を介して形成された圧電体薄膜素子110と、インク室102の前記と反対側の面を封止するとともに、インク吐出用のノズル口108が形成されたノズル板107と、を備えて構成されている。

【0027】圧電体薄膜素子110は、単結晶シリコン基板101側から順に、白金下部電極104、圧電体膜105及び上部電極106を形成することにより構成されている。圧電体膜105及び上部電極106は、インク室102に対応した位置に設けられている。

【0028】インク室102とノズル口108は、特に図1(b)に示すように、同一ピッチで配置されている。

インク室102に対応する位置には、二酸化シリコン膜201が形成されていない。

【0029】なお、実施の形態1では、インク室102の配列方向の長さを100 μ m、その奥行き方向の長さを4mmに設定した。さらに、インク室102の配列方向のピッチは141 μ mとし、解像度は180dpi(dot per inch)とした。また、圧電体膜105の配列方向の長さを80 μ mに設定した。

【0030】ここで、実施の形態1に係るインクジェット式記録ヘッドは、圧電体膜105が、インク室102に対応する領域のみに形成されており、配列方向のインク室102が形成されていない領域には、圧電体膜105が形成されていない構造を備えている。この構造を備えたインクジェット式記録ヘッドは、電圧を印加してインク室102を変形させる際に、インク室が形成されていない領域にも圧電体膜が形成されているインクジェット式記録ヘッドに比べ、印加される電圧が小さくても大きな変位量が得られることになる。

【0031】次に、このインクジェット式記録ヘッドの製造方法を図2に示す工程に沿って説明する。

【0032】図2(a)に示す工程では、面方位(110)を有する単結晶シリコン基板101(基板厚:220 μ m)を、1200℃程度の温度で湿式熱酸化し、単結晶シリコン基板101の両面に二酸化シリコン膜201及び202を同時に形成する。

【0033】次に、この二酸化シリコン膜201上に、白金下部電極形成用膜104A、圧電体膜形成用膜105A及び上部電極形成用膜106Aを、順に形成する。実際には、二酸化シリコン膜201と、白金下部電極形成用膜104Aとの間に、両者の密着力を向上させるための中間膜として、チタン膜(膜厚:250Å)、二酸化チタン膜(膜厚:200Å)及びチタン膜(膜厚50Å)を順に形成した。この中間層と、白金下部電極形成用膜104Aは、直流スパッタリング法により4層連続形成した。なお、二酸化チタン膜は、10%酸素雰囲気によるリアクティブスパッタリング法によって形成した。

【0034】圧電体膜形成用膜105Aは、ゾルゲル法により3 μ mの膜厚で形成した。このゾルゲル法により形成した圧電体膜形成用膜105Aは、酢酸鉛0.105モル、ジルコニウムアセチルアセテート0.045モル、酢酸マグネシウム0.005モル及び30mlの酢酸を、100℃に加熱して溶解させた後、室温まで冷却し、チタニウムイソプロポキシド0.040モル、ペンタエトキシニオブ0.010モルをエチルセロソルブ50mlに溶解させて添加し、アセチルアセトンを30ml添加して安定化させた後、ポリプロピレングリコール(平均分子量400)をゾル中の金属酸化物に対し3

0重量%添加し、よく攪拌して均質なゾルを原料とした。

【0035】次に、この調整したゾルを、白金下部電極形成用膜104上にスピンコートで塗布した後、これを400℃で仮焼成し、膜厚が0.3 μ mの非晶質の多孔質ゲル薄膜を形成した。さらに、このゾルの塗布と、400℃の仮焼成を2回繰り返し、膜厚が0.9 μ mの多孔質ゲル薄膜を形成した。次いで、RTA(Rapid Thermal Annealing)を用いて、酸素雰囲気中において5秒間で650℃に加熱し、この状態で1分間保持しアニーリングを行い、膜厚が0.6 μ mの緻密な薄膜とした。これらの操作を5回繰り返し、膜厚が3.0 μ mの結晶質の緻密な薄膜を得た。

【0036】次に、RTAを用いて、酸素雰囲気中で900℃に加熱し、この状態で1分間保持してアニーリングを行う。このようにして、膜厚が3.0 μ mの圧電体膜形成用膜105Aを得た。

【0037】次に、得られた圧電体膜形成用膜105Aをフッ酸で溶かし、ICP(プラズマ発光分析)で定量したところ、モル比は、(Pb:Mg:Nb:Zr:Ti)=(1.00:0.05:0.10:0.45:0.40)であった。

【0038】また、分極後、物性を測定したところ比誘電率2000、圧電歪み定数150pC/Nと優れた特性を示した。比誘電率は、極端に高くないが、電気機械結合係数が高いため、大きな圧電歪み定数が得られた。

【0039】次に、得られた圧電体膜形成用膜105A上に、白金からなる上電極形成用膜106Aを直流スパッタリング法により、200Åの膜厚で形成する。

【0040】次いで、二酸化シリコン膜202上に、フォトレジスト膜(図示せず)を形成し、このフォトレジスト膜のインク室102が形成される領域に対応する部分を選択的に除去し、フォトマスク(図示せず)を形成する。次に、このフォトマスクをマスクとして、二酸化シリコン膜202を、フッ酸とフッ化アンモニウムの水溶液でパターニングし、開口部203を形成する。ここで、この開口部203の奥行き方向、すなわち紙面に垂直な方向を単結晶シリコン基板101の<112>方向と定義する。

【0041】次に、図2(b)に示す工程では、上部電極形成用膜106上の、上部電極が形成される領域に対応する部分に、フォトマスク(図示せず)を形成する。次いで、このフォトマスクをマスクとして、イオンミリングにより上部電極形成用膜106A及び圧電体膜形成用膜105Aをエッチングし、上部電極106及び圧電体膜105を形成する。次に、下部白金電極形成用膜104Aをパターニングして白金下部電極104を得る。このようにして、上部電極106、圧電体膜105及び白金下部電極104からなる圧電体薄膜素子110を形成した。

【0042】次に、図2(c)に示す工程では、単結晶シリコン基板101の圧電体薄膜素子110が形成されている側を治具により保護する(図示せず)。次いで、これを80℃の水酸化カリウム水溶液に浸漬し、開口部203が形成された二酸化シリコン膜202をマスクとして、二酸化シリコン膜201が露出するまで単結晶シリコン基板101に異方性エッチングを行う。

【0043】この時、単結晶シリコン基板101の面方位が(110)であり、さらに開口部203の奥行き方向が、<112>方向であることから、インク室102の奥行き方向の辺を形成する側壁の面を(111)面とすることができる。

【0044】ここで、前記異方性エッチングのエッチング溶液として水酸化カリウム水溶液を用いた場合、単結晶シリコン基板101の(110)面と(111)面のエッチング速度の比は、300:1程度となり、単結晶シリコン基板101の厚さ220μmの深さの溝をサイドエッチング1μm程度に抑えることができるので、インク室102を精度よく形成することができる。

【0045】次に、前記治具を固定した状態のまま二酸化シリコン膜202と、露出された二酸化シリコン膜201を、フッ酸とフッ化アンモニウム水溶液でエッチング除去する。このようにして、インク室102を形成し*

*た。

【0046】次に、二酸化シリコン膜201及び202の膜厚と、白金下部電極104の膜厚を変化させて、圧電体膜105の浮きや剥離、白金下部電極104の剥離について、各々の発生頻度について評価した。この結果を表1に示す。

【0047】また、比較として、本発明の請求の範囲以外のものについても同様の評価を行った。

【0048】なお、膜厚の単位はμmで示した。また、発生頻度については、ヘッド単位で評価した。本実施の形態におけるインクジェット記録ヘッドのノズル数は128個とし、その中の1つのノズルに膜の浮きや剥離が起こった場合であっても不良が発生したものとして評価した。判定基準は以下の通りに設定した。

【0049】(判定基準)

白金下部電極あるいは圧電体膜に発生した不良率が2%を超える ×

白金下部電極あるいは圧電体膜に発生した不良率が0.5~2% ○

白金下部電極あるいは圧電体膜に発生した不良率が0.5%未満 ◎

【0050】

【表1】

試料番号	二酸化シリコン膜厚	白金電極膜厚	白金電極膜厚 二酸化シリコン膜厚	白金電極剥離	PZT剥離・浮き	判定	
比較例	1	0.3	0.2	0.67	22.5%	5.8%	×
	2	0.9	0.4	0.44	3.2%	31.6%	×
	3	0.1	0.8	8.00	18.9%	1.8%	×
	4	1.8	0.8	0.44	2.9%	26.4%	×
	5	0.4	1.8	4.50	12.2%	2.1%	×
	6	1.0	2.2	2.20	39.8%	1.2%	×
	7	0.7	0.3	0.43	1.3%	2.4%	×
	8	0.2	1.5	7.50	33.2%	1.2%	×
	9	0.4	2.0	5.00	4.2%	2.3%	×
本発明例	10	0.3	0.4	1.33	0.4%	0.2%	◎
	11	0.5	0.4	0.80	0.4%	0.4%	○
	12	0.7	0.4	0.57	0.5%	0.6%	○
	13	0.3	0.8	2.67	0.3%	0.3%	◎
	14	0.5	0.8	1.60	0.2%	0.3%	◎
	15	0.7	0.8	1.14	0.2%	0.3%	◎
	16	1.0	0.8	0.80	0.6%	0.8%	○
	17	1.4	0.8	0.57	0.6%	1.1%	○
	18	0.8	1.8	2.25	1.3%	0.6%	○
	19	1.2	1.8	1.50	1.4%	0.6%	○
	20	0.3	0.3	1.00	1.3%	1.5%	○
	21	0.5	0.3	0.60	1.4%	1.8%	○
	22	0.6	1.5	2.50	0.3%	0.3%	◎
	23	1.2	1.5	1.25	0.2%	0.4%	◎
	24	0.5	2.0	4.00	1.9%	1.8%	○
	25	1.0	2.0	2.00	1.8%	1.5%	○

【0051】表1に示すように、二酸化シリコン膜の膜※50※厚及び白金下部電極の膜厚と、白金下部電極の剥離及び

圧電体膜の剥離・浮きには、相関関係があることが確認された。

【0052】すなわち、白金下部電極の膜厚が3000Åより小さい場合には、圧電体膜の焼成時にかかる900℃の熱処理により、圧電体膜中の鉛が白金下部電極及び二酸化シリコン膜に拡散して、白金下部電極の密着性が著しく低下してしまう傾向にある。

【0053】一方、白金下部電極の膜厚が2μmを超えると、圧電体膜の焼成時に係る熱によって、白金下部電極の収縮が大きくなり、白金下部電極の密着性が低下する傾向にある。

【0054】(白金下部電極の膜厚)/(二酸化シリコン膜の膜厚)>4である場合には、圧電体膜の焼成後における白金膜の引っ張り応力と、二酸化シリコン膜の圧縮応力のバランスが崩れ、白金膜の引っ張り応力によって、白金下部電極が剥離してしまう傾向にある。

【0055】一方、(白金下部電極の膜厚)/(二酸化シリコン膜の膜厚)<0.5である場合には、二酸化シリコン膜の圧縮応力の開放により、白金下部電極及び圧電体膜に浮きが発生したり、圧電体膜に剥離が発生する。これは、インク室を形成した時に、二酸化シリコン膜の圧縮応力を支えていた単結晶シリコン基板が除去されることにより、二酸化シリコン膜の圧縮応力が開放されるために起こる現象である。

【0056】また、(白金下部電極の膜厚)/(二酸化シリコン膜の膜厚)≥0.5の場合には、二酸化シリコン膜の圧縮応力より白金下部電極の引っ張り応力が勝るため、圧電体膜の浮きは発生しない。

【0057】以上から、白金下部電極の密着性を確保し、圧電体膜の浮きや剥離の発生を防止するには、二酸化シリコン膜と白金下部電極の膜厚を、 $0.5 \leq (\text{白金下部電極の膜厚}) / (\text{二酸化シリコン膜の膜厚}) \leq 4$

に設定し、かつ、白金下部電極の膜厚を、 $3000\text{Å} \leq (\text{白金下部電極の膜厚}) \leq 2\mu\text{m}$ に設定することが必要である。

【0058】さらに、二酸化シリコン膜と白金下部電極の膜厚を、

$1 \leq (\text{白金下部電極の膜厚}) / (\text{二酸化シリコン膜の膜厚}) \leq 3$

に設定し、かつ、白金下部電極の膜厚を、 $3000\text{Å} \leq (\text{白金下部電極の膜厚}) \leq 1.5\mu\text{m}$ に設定することが望ましい。

【0059】次に、表1に示す資料番号14と同じ構成を備えたインクジェット式記録ヘッドを完成させ、耐久性試験を行った。この試験は、圧電体薄膜素子に、パルス幅1ミリ秒、電圧30Vの矩形電圧を1×108回かけて、その前後でのインクの吐出を評価する方法を採用した。この結果、この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドは、全く変化がなく、極めて信頼性が高いこと

が確認できた。

【0060】なお、実施の形態1では、インク室102に露出した二酸化シリコン膜201をエッチングにより全て除去したが、これに限らず、インク室102に露出した二酸化シリコン膜201の一部を除去してもよく、または除去しないで全てを残してもよい。この場合であっても、インク室102を形成する際に二酸化シリコン膜の圧縮応力を支えていた単結晶シリコン膜が除去されるのは同じなので、同等の効果が得られるのは、いうまでもない。

【0061】また、圧電体膜105の組成は、二成分系のチタン酸ジルコン酸鉛でも、膜厚を大きくすれば十分なインク吐出特性が得られるが、より高密度化のインクジェット式記録ヘッドを得る場合には、化学式が、 $\text{PbTi}\alpha\text{Zr}\beta(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\gamma\text{O}_3 + \delta\text{PbO}$ 但し、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ であり、前記化学式中の α 、 β 、 γ 及び δ が、

$0.35 \leq \alpha \leq 0.55$ $0.25 \leq \beta \leq 0.55$

$0.1 \leq \gamma \leq 0.4$

$0 \leq \delta \leq 0.3$

の範囲内であることが望ましい。これは、二成分系の圧電体膜だと、圧電歪み定数が100pC/N程度と低いいため、インクを吐出させるために必要な膜厚が、三成分系のものより大きくなるためである。

【0062】なお、実施の形態1では、圧電体膜の膜厚を3μmとしたが、これに限らず、圧電体膜の剥離は、二酸化シリコン膜と白金下部電極との応力のバランスが崩れることに起因することから、圧電体膜の膜厚が5μm以下であれば前記と同様の効果が得られるものである。

【0063】(実施の形態2) 実施の形態1で得たインクジェット式記録ヘッドに対して、二酸化シリコン膜201の膜厚を5000Å、白金下部電極104の膜厚を8000Åとして、中間層の構成を変えたインクジェット式記録ヘッドを試作し、これについて白金下部電極104の剥離状況、圧電歪み定数を調査した。中間層は、単層あるいは多層膜とし、二酸化シリコン膜201上に、第1のチタン層、酸化チタン層及び第2のチタン層を順に形成した。

【0064】なお、前記中間層を構成する第1のチタン層、酸化チタン層及び第2のチタン層と、白金下部電極104は、直流スパッタリング法により4層連続形成した。また、酸化チタン層は、10%酸素雰囲気によるリアクティブスパッタリング法によって形成した。その他の膜構造、製造方法は、実施の形態1と同様とした。

【0065】前記中間層の構成と評価結果を表2に示す。なお、膜厚の単位はÅとし、圧電歪み定数の単位は、pC/Nとした。判定基準は以下の通りに設定した。

【0066】(判定基準)

白金下部電極の剥離発生率が5%を超える × *【0067】
 白金下部電極の剥離発生率が0.5~5% ○ 【表2】
 白金下部電極の剥離発生率が0.5%未満 ◎ *

試料 番号		チタン層1	酸化 チタン層	チタン層2	白金電極 剥離	圧電歪み 定数	判定
比較 例	1	50	0	0	72.6%	102	×
	2	100	0	0	55.1%	108	×
	3	200	0	0	43.5%	110	×
	4	500	0	0	40.2%	115	×
	5	50	100	0	11.0%	125	×
	6	800	700	100	5.5%	106	×
本発 明例	7	100	100	0	3.1%	130	○
	8	100	100	50	1.9%	138	○
	9	200	100	50	0.5%	140	◎
	10	200	200	0	1.5%	132	○
	11	200	200	50	0.4%	150	◎
	12	200	300	50	0.4%	148	◎
	13	200	200	100	0.8%	139	○
	14	200	200	200	1.4%	133	○
	15	200	300	100	0.7%	135	○
	16	200	500	50	1.8%	134	○
	17	300	200	50	0.4%	150	◎
	18	400	200	50	0.5%	142	◎
	19	500	200	50	0.6%	136	○
	20	500	300	50	0.6%	135	○
	21	500	500	50	1.3%	125	○

【0068】表2から、前記中間層に酸化チタン層が含まれない場合は、白金下部電極の密着力が著しく劣ることが立証された。また、中間層に酸化チタン層が含まれていても、この中間層の膜厚が200Åより薄い際には、白金下部電極に対する密着層としての機能を果たさないことが立証された。さらにまた、中間層の膜厚が1500Åを超えると、密着力は確保できるが、圧電歪み定数が小さくなるという結果となり、高密度化には適さない。

【0069】なお、前記中間層は、二酸化シリコン膜201側に形成された第1のチタン層の膜厚が、200~400Å、酸化チタン層の膜厚が、100~300Å、酸化チタン層上に形成された第2のチタン層の膜厚が、50~100Åであることが特に好適である。

【0070】中間層の構成を前述した構成とし、かつ中間層の膜厚を、200~1500Å、さらに好適には、300~800Åに設定すれば、白金下部電極の密着力に優れ、圧電特性に優れる圧電体素子を得ることができる。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、大きな圧電歪み定数を得るのに不可欠な三成分系の圧電体膜の高温処理においても、白金下部電極が剥離したり、圧電体膜に浮きや剥離が発生することを防止でき ※

※る。したがって、耐久性に優れ、信頼性が高い圧電体素子を得ることができる。さらに、この圧電体薄膜素子を用いることで、高解像度が達成され、信頼性が高いインクジェット式記録ヘッドを得ることができる。また、前記圧電体素子を薄膜化することが可能であるため、より解像度の高いインクジェット式記録ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

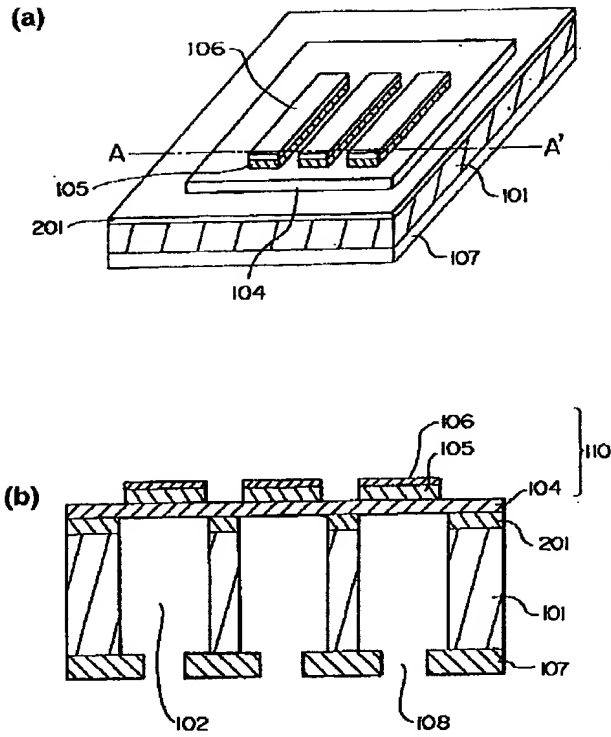
【図1】(a)は、本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの概略を示す斜視図である。(b)は、図1(a)のA-A'断面拡大図である。

【図2】図1に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

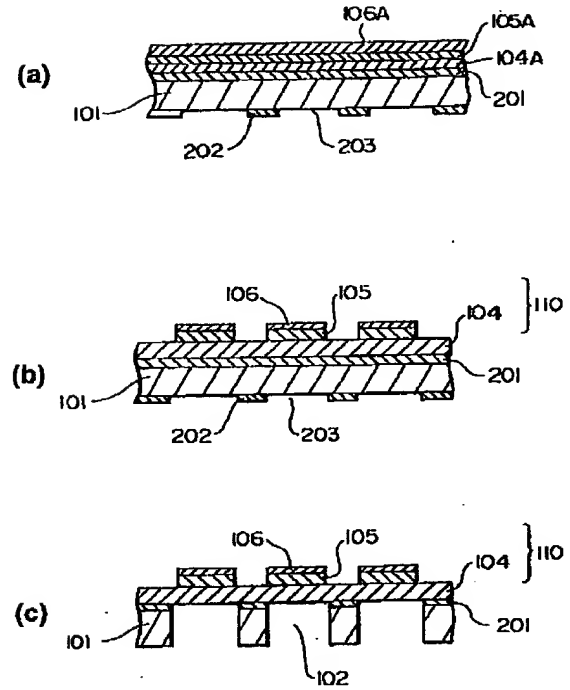
【符号の説明】

- 101 単結晶シリコン基板
- 102 インク室
- 104 白金下部電極
- 105 圧電体膜
- 106 上部電極
- 107 ノズル板
- 108 ノズル口
- 201、202 二酸化シリコン膜
- 203 開口部

【図1】



【図2】



L3 ANSWER 11 OF 16 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
AN 1991-239554 JAPIO
TI **INK** JET RECORDING DEVICE
IN NAKAMURA MASAHIRO; KITAHARA TSUYOSHI
PA SEIKO EPSON CORP, JP (CO 000236)
PI JP 03239554 A 19911025 Heisei
AI JP1990-34741 (JP02034741 Heisei) 19900215
SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: M, Sect. No. 1202, Vol. 16, No. 26, P. 119 (19920122)
IC ICM (5) B41J002-015
AB PURPOSE: To avoid occurrence of **tensile stress** exceeding the allowable **stress** in a **piezoelectric** material and prevent the destruction of a vibrator due to temperature changes by a method wherein the member larger in linear expansion coefficient than the **piezoelectric** materials composing the vibrator is used in vibrator-fixing members and the vibrator and the vibrator-fixing members are assembled together at a temperature higher than a predetermined temperature at which an **ink** is melted and liquified.
CONSTITUTION: When the temperature of an **ink** jet head is changed to liquefy or solidify an **ink**, most of the part are expanded or contracted. Concerning a vibrator 20 and vibrator-fixing members 30, however, these members are always contracted as compared to their jointing time, because the temperature changes are made at a temperature lower than that at their jointing time. Moreover, since a member larger in linear expansion coefficient than a **piezoelectric** material 31 is used in the vibrator-fixing members 30, the members 30 with the vibrator 20 interposed there-between is more contractible than the **piezoelectric** material 31. For this reason, a **compressive** force is continuously exerted on the **piezoelectric** material 31 in the direction of the arrow A from the beginning of the jointing. Therefore, the **stress** exceeding the allowable **stress** and particularly a **tensile stress** on the **piezoelectric** material 31 is avoided, whereby the destruction of the vibrator 20 due to the temperature changes is prevented.

⑫ 公開特許公報(A) 平3-239554

⑪ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)10月25日

B 41 J 2/015

9012-2C

B 41 J 3/04

1 0 3 S

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 インクジェット記録装置

⑮ 特 願 平2-34741

⑯ 出 願 平2(1990)2月15日

⑰ 発 明 者 中 村 正 弘 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

⑰ 発 明 者 北 原 強 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

⑱ 出 願 人 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 鈴木 喜三郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

インクジェット記録装置

2. 特許請求の範囲

常温で固体のインクを融点より高い所定温度において液化し、圧電材を用いた振動子をノズル背後で振動させて前記インクを吐出させるインクジェット記録装置において、振動子は振動子固定用部材に接合されて構成され、振動子固定用部材は圧電材よりも線膨張係数の大きい材質からなり、振動子と振動子固定用部材とが前記所定温度よりも高い温度下で接合されていることを特徴とするインクジェット記録装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は常温で固体のインクを高温下で液化させてインク滴として吐出、飛翔させ記録紙等の媒体上に記録ドットでインク像を形成するいわゆるホットメルトインクを使用する方式のインクジェット記録装置に関する。

〔従来の技術〕

上記方式の従来のインクジェット記録装置としては、USP 4390369, USP 484948に示されるごとく常温で固体のワックス、高級脂肪酸等を基材としたホットメルト型インク組成物を用い、高温下で上記固体インクを加熱溶解させて飛翔させ、記録媒体上で冷却凝固させても記録ドットを形成する装置が知られている。またインクの吐出方法としては、USP 4631557に示されるように、棒状圧電材の縦変位を利用して行う方法、特開昭63-297052に示されるように、圧電材を用いたユニモルフ構造の梁状振動子をノズル背後で横振動させて吐出させる方法が知られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術のホットメルトインクジェット方式の記録装置は、その振動子の固定方法に何等の工夫もなされていなかったため、インクを液化または凝固させるために温度変化させることで発生する熱応力に対する振動子の耐久性が低いとい

う欠点を有していた。すなわち従来技術では、温度変化にともなう膨張、収縮によって、振動子を構成する圧電材にそれが持つ許容応力を越える熱応力が発生し、振動子が破壊しやすいという問題点を有していた。

そこで本発明はこのような問題点を解決するもので、その目的とするところは温度変化に対する振動子の耐久性が高いインクジェット記録装置を提供するところにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のインクジェット記録装置は、常温で固体のインクを融点より高い所定温度において液化し、圧電材を用いた振動子をノズル背後で振動させて前記インクを吐出させるインクジェット記録装置において、振動子は振動子固定用部材に接合されて構成され、振動子固定用部材は圧電材よりも線膨張係数の大きい材質からなり、振動子と振動子固定用部材とが前記所定温度よりも高い温度下で接合されていることを特徴とする。

〔作用〕

る矢印5で示される副走査方向に搬送され記録紙面上への印字が行われる。

第2図はインクジェットヘッド9の断面図である。アルミニウムからなるフレーム23には、圧電材(PZT)31と金属薄層32からなるユニモルフ構造の振動子20が接合されている。さらに、厚さ100 μ mのニッケル板からなるノズル形成部材22が、振動子20との間にニッケル板からなるスペーサ21を介して覆層され固定されている。上記振動子20はノズル形成部材22と金属薄層32が対向するごとく配置されている。ノズル形成部材22は直径50 μ mの微小開口の複数のノズル24を有している。フレーム23の底面にはインク加熱用のヒータ25が設けられている。インク26は、後述するようにワックス等を主材としこれに染料を溶解した物である。ヘッド内の上記インク26を、本実施例では適当な粘度を有する温度である150 $^{\circ}$ Cの定温に保つためヒータ25によって加温している。ヒータ25は、温度センサー(図示せず)によってフィードバック

本発明の上記構成によれば温度変化にともなう振動子固定用部材の膨張、収縮によって圧電材に発生する応力のうち、圧電材にとって許容応力の小さい引張応力が発生することを避けることができる。したがって、温度変化による振動子の破壊を防止することができる。

〔実施例〕

次に実施例に基づいて本発明を説明する。

第1図は本発明の一実施例を示すプリンタの斜視図である。同図において記録紙1はプラテン4に捲き回され、送りローラ2、3によって押圧される。ガイド軸6、7に案内されプラテン軸に平行な方向に移動可能なキャリッジ8上にインクジェットヘッド9が搭載されている。インクジェットヘッド9は独立にインク滴を吐出制御可能な複数のノズルを有し手いる。そして、プラテン軸に平行な矢印10に示す方向に走査され、上記ノズルから選択的にインク滴を吐出して記録紙1上にインク像を形成する。記録紙1は、プラテン4、送りローラ2、3の回転により走査方向と直行す

ク制御され、インクを一定温度に保っている。

次に動作について説明する。インクは固体状態でヘッドに供給される。インクがヒータ25によって融点以上の所定温度に加熱されて液化し、振動子20の周辺に毛細管力によって供給される。本実施例では、20 μ mの微小寸法に保たれた振動子20とノズル形成部材22との間隙cに侵入し、ここに保持される。そして、先ず複数の振動子20のうち所望の振動子の圧電材31に電圧を印加する。ユニモルフ振動子に反りを生じさせるごとく長さ2mmの片持ち梁状振動子20に150Vの電圧を加えると振動子20の先端は15 μ m変位する。次にこの電圧を解除すると、振動子20が弾力的な復元力によりノズル形成部材22に向かって変位し振動子20の先端自由端部分とノズル形成部材22との間に介在する液体状態のインク26に発生する圧力でノズル24からインクが吐出する。

次に、振動子20と振動子固定用部材30との接合部について詳しく説明する。第2図に示すよ

うに、振動子固定用部材30として使われているのがスペーサ21とフレーム23である。この両者に挟まれて固定されているのが、PZTよりなる圧電材31と金属薄層32とからなるユニモルフ構造の振動子20である。スペーサ21とフレーム23には、表1に示したように圧電材(PZT)31よりも線膨張係数の大きいニッケル、アルミニウムを用いているが、その他にも例えばステンレス、銅等を用いることも可能である。

表 1

材質	線膨張係数(室温) $\times 10^{-6} (^{\circ}\text{K}^{-1})$
PZT	4
ニッケル	12.8
アルミニウム	23
ステンレス	16.4
銅	16.7

振動子固定用部材30の方が圧電材31よりもより収縮する。このため、接合当初からみると圧電材31には、第2図中の矢印Aの方向の圧縮力が絶えず働いている。こうすることにより、温度変化による振動子固定用部材30の膨張、収縮によって圧電材31に働く力のうち引張力を弱め、圧縮力が主になるようにしている。これは圧電材31の引張りに対する許容応力は小さく、圧縮に対する許容応力はそれと比べてかなり大きいという特性(例えば、PZTの許容引張応力は $8.0 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ 、許容圧縮応力は $8.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$)を持っていることを考慮したもので、上記のような力の掛かりかたにすることで圧電材31に許容応力を越える応力、特に引張応力が発生するのを回避し、温度変化による振動子20の破壊を防止している。

第3図及び第4図に本発明の他の実施例を示す。

第3図は振動子を縦振動させてインクを吐出させるインクジェットヘッドの部分拡大図である。このインクジェットヘッドは、圧電材より構成さ

なおこの実施例では、フレーム23は振動子固定用部材としてのほか、インク容器、ヒータ取り付け用部材、インクジェットヘッドのケーシング等を兼ねている。振動子20の接合にはエポキシ樹脂系、ポリイミド等といった接着剤を用いており、接合は以下に説明する温度下で行われている。すなわち、ヒータ25によって加温され液化したインクが適度な粘度を有するよう温度センサーによってフィードバック制御され、所定温度に保たれている時のその所定温度よりも高い温度において接合してある。

このように構成された記録装置では、インクの液化、凝固を行うべくインクジェットヘッドの温度を変化させると、それにともない各部材は膨張、収縮するが、振動子20及び振動子固定用部材30に関しては接合時よりも低い温度下でのことなので、これらの部材は接合時と比べると常に収縮していることになる。さらに、振動子固定用部材30に圧電材31よりも線膨張係数の大きい部材を用いているので、振動子20を挟んでいる前記

れている振動子40に電圧を加えることにより矢印Bの縦方向に変位させ、ノズル24からインクを吐出させる様になっている。このようなインクジェットヘッドにおいても、圧電材よりも線膨張係数の大きい部材からなる振動子固定用部材30に振動子40を高温下で接合することによって、前述したと同様に、温度変化による振動子40の破壊を防止することができる。第4図は、スペーサ33を介して振動子20を固定したインクジェットヘッドの部分拡大図である。スペーサ33としては、圧電材31と線膨張係数の同じ部材を用い、振動子固定用部材30に圧電材よりも線膨張係数の大きい部材を用いることにより、前述したと同様、温度変化による振動子の破壊を防止できる。

(発明の効果)

以上述べたように本発明によれば、振動子固定用部材に振動子を構成する圧電材よりも線膨張係数の大きい部材を用い、振動子と振動子固定用部材との接合をインクを、溶融液化する所定温度よ

りも高い温度下で行うことにより、インクを液化、凝固するため温度変化させる時に、前記圧電材内部に許容応力を越える引張応力が発生するのを回避し、振動子の温度変化による破壊を防止することができる。また振動子の劣化を抑えることができるため、安定した振動変位が得られ、ホットメルトインクの特性を活かし常時高い印字品質を確保することができるという効果を有する。しかも、構造上何等手を加えていないので特性の安定したヘッドが低価格で実現できるという効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すインクジェットプリンタの斜視図。

第2図はインクジェットヘッドの断面図。

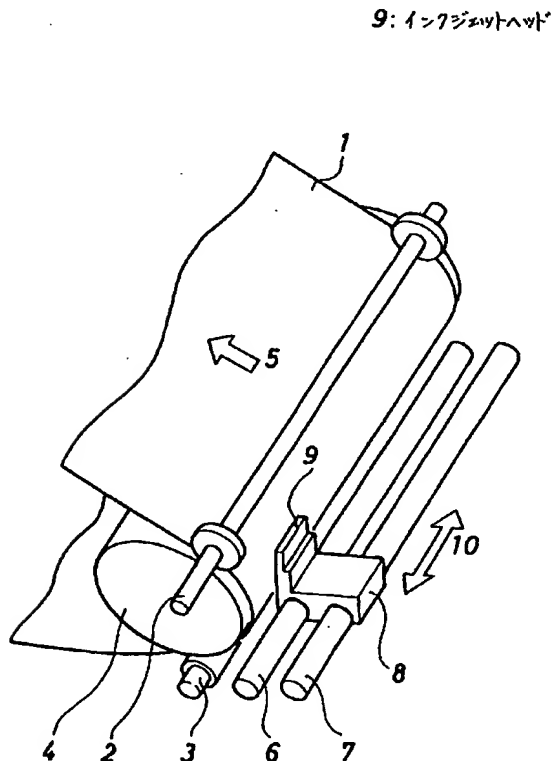
第3図及び第4図はそれぞれ他のインクジェットヘッドを示す振動子と振動子固定用部材との接合部分の断面図。

- 9 …インクジェットヘッド
20, 40 …振動子

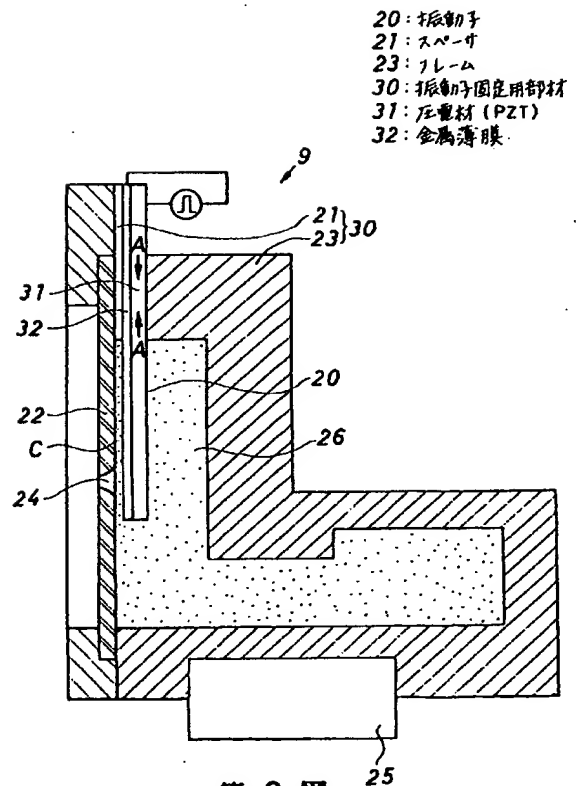
- 21, 33 …スペーサ
23 …フレーム
30 …振動子固定用部材
31 …圧電材(PZT)
32 …金属薄膜

以上

出願人 セイコーエプソン株式会社
代理人 弁理士 鈴木喜三郎 他1名

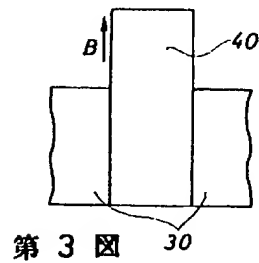
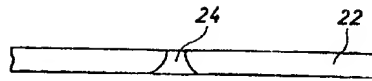


第1図

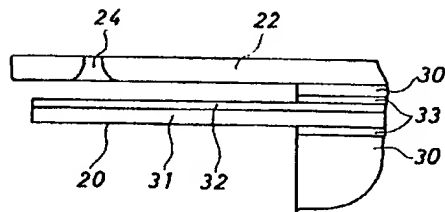


第2図

20: 振動子
30: 振動子固定部材



第 3 図



第 4 図

L3 ANSWER 15 OF 16 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
AN 1988-089353 JAPIO
TI PRINTING HEAD
IN UCHIKAWA TADAYASU; OTA TAKASHI
PA NEC CORP, JP (CO 000423)
PI JP 63089353 A 19880420 Showa
AI JP1986-235623 (JP61235623 Showa) 19861002
SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: M, Sect. No.
736, Vol. 12, No. 321, P. 54 (19880831)
IC ICM (4) B41J003-10
AB

PURPOSE: To obtain a high reliable small sized printing head of a high speed without failure of a **piezo**-electric element, by a method wherein a second plate spring is provided between a first plate spring having a printing wire as an output terminal and the **piezo**-electric element as a drive source, and the **piezo**-electric element is **compressed** with the second plate spring.
CONSTITUTION: When a voltage is impressed on a **piezo**-electric element 4, the **piezo**-electric element 4 causes a displacement motion of a high speed and the displacement is transmitted to a second plate spring 3. Further, the motion is simultaneously transmitted from

the

second plate spring 1 to the first plate spring 2, and the plate spring 2 carries out free flying motion. Therefore, a printing wire 1 kept by the plate spring 2 strikes paper 9, and an **ink** ribbon 10 and a character is drawn by a dot matrix. Thereafter, the printing wire returns to the original position by the repulsion of printing motion and the restoring force of the spring. Then though the plate spring 2 flies free, the **piezo**-electric element 4 is always **compressed** by the plate spring 3 and the **tensile stress** of the **piezo**-electric element 4 generated at a time point when the plate spring 2 flies free is pressed thereby. Therefore, the rupture of the **piezo**-electric element 4 vanishes.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-89353

⑬ Int. Cl.

B 41 J 3/10

識別記号

1 1 3

庁内整理番号

A-7612-2C

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 印字ヘッド

⑯ 特 願 昭61-235623

⑰ 出 願 昭61(1986)10月2日

⑱ 発 明 者 内 川 忠 保 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 発 明 者 太 田 孝 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発 明 の 名 称

印字ヘッド

特 許 請 求 の 範 囲

アラテンに対向してプリント用紙およびインクリボンを通じて配置され圧電素子の伸縮動作により印字針を自由飛行させて印字を行なう圧電式印字ヘッドにおいて、自由端であって前記アラテン側である前面に印字針を有する第一の板ばねと、前記第一の板ばね後面に対応して配置された第二の板ばねと、前記第一の板ばねと第二の板ばねの固定端を固定すると共に第二の板ばねとの間に前記圧電素子を挟むための基板とから構成され、前記第二の板ばねは少なくとも第一の板ばねのばね定数より大きく前記圧電素子の伸縮方向に常に圧縮力を与ると共に前記第一の板ばねに対して圧電素子の発生力を伝達するように配置されていることを特徴とする印字ヘッド。

発 明 の 詳 細 な 説 明

(産業上の利用分野)

本発明は、プリンタやリレーなどの駆動機器の駆動源となる圧電アクチュエータに関するものである。

(従来の技術)

従来、プリンタやリレーなどの駆動源としては、電磁型のアクチュエータが広く用いられてきた。この電磁型のアクチュエータは、コイルに電流を流すことにより磁界を発生しその磁力を利用して可動部材を駆動するため、銅損や鉄損が生じ、大きなエネルギーを必要とするばかりでなく、発熱及び磁気干渉などの問題点があった。そこで近年、電気・機械エネルギー変換効率がよく、低電力、低発熱で磁気干渉のない圧電素子を用いた第4図に示すようなプリンタ用印字ハンマが報告されている(電子通信学会機構部品研究会資料EMC84-49)。第4図は従来の圧電アクチュエータを用いた印字機構の一例を示すプリンタ用印字ハン

マの模式的側面図である。同図において、印字ハンマは、圧電素子4の伸長動作方向（矢印A方向）の先端に、板ばね18で支持されたフライトハンマ19が接するように配置されている。フライトハンマ19にはドットを印字するための印字ワイヤ1が設けてある。この印字ハンマにおいて、圧電素子4に電圧を印加すると、フライトハンマ19は圧電素子4の高速な伸長動作により圧電素子4から力を受けて加速され、圧電素子4を離れて飛行する。そして印字ワイヤ1が前方にあるインクリボン10と紙9を介してプラテン8に衝突し紙9にドットを印字する。その後フライトハンマ19はプラテン8からの反発力と板ばね18の復帰力により圧電素子4の所へ戻ってくる。この動作をくり返すことにより文字や図形をドットの集合で表現するものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上述した従来のプリンタ用印字ハンマにおいて、印字動作の高速化を図るためには、板ばね18とフライトハンマ19と印字ワイヤ1とから構成さ

れる振動系の固有振動数を高くする必要がある、そのためには板ばね18のばね定数を高くしなければならない。しかし、板ばね18のばね定数を高くすると、圧電素子4からフライトハンマ19に伝達されるエネルギーのうち、板ばね18の変形に費やされる割合が増加するため、フライトハンマ19の運動エネルギーは減小し、印字されたドットの濃度が薄くなる。そこで印字濃度を低下させずに印字動作の高速化を達成するためには圧電素子4からフライトハンマ19に伝達されるエネルギーを大きくする必要がある。この伝達エネルギーを大きくすると、板ばね18のばね定数を大きくして高速化できかつ所用の印字濃度も確保できる。伝達エネルギーを大きくするためには、圧電素子4の発生エネルギーを大きくすればよく、印加電圧を高くすればよい。しかしながら、印加電圧を高めると圧電素子4の加速度が大きくなり圧電素子4自身の慣性力により生ずる引張り応力が大きくなる。とくにフライトハンマ19が圧電素子4より力を受けて自由飛行した時点にはフライトハンマ

18を支持している板ばね18の圧電素子4に対する押付力がなくなるため、引張り応力が最大となり圧電素子4が破壊する問題がある。本発明の目的は、これらの問題を解決し構造が簡単で、圧電素子の破壊を防止した信頼性のある高速印字ヘッドを提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明による圧電式印字ヘッドは、自由端であってプラテン側である前面に印字針を有する第一の板ばねと、前記第一の板ばね後面に対応して配置された第二の板ばねと、前記第一の板ばねと第二の板ばねの固定端を固定すると共に第二の板ばねとの間に圧電素子を挟むための基板とから構成され、前記第二の板ばねは少なくとも第一の板ばねのばね定数より大きく、前記圧電素子の伸縮方向に常に圧縮力を与ると共に前記第一の板ばねに対して圧電素子の発生力を伝達するように配置されている。

〔作用〕

本発明の圧電式印字ヘッドにおいて、自由端で

あって、プラテン側である前面に印字針をもつ第1の板ばねはその後面に対応し重なるように配置された第2の板ばねと共に固定端が基板に固定される。また第2の板ばねはその自由端近傍で前記基板との間に常に圧縮力を与えるように圧電素子を挟んでいる。また、その第2の板ばねは圧電素子の発生力を第1の板ばねに伝達するように配置され、力の伝達時に第1の反作用に打勝つように第2の板ばねのばね定数が第1の板ばねより大きくしてある。このような印字ヘッドにおいて、第2の板ばねにより圧電素子は駆動時においても常に圧縮力が加わっているため引張りに弱い圧電素子の破壊がなくなり信頼性は大幅に上がる。このように構成した印字ヘッドで、圧電素子に電圧を印加し、その圧電素子の励起のより第2の板ばねを動作させる。さらに第2の板ばねから第1の板ばねに動作が伝達され、第1の板ばねはその動作すなわち衝撃力により自由飛行し印字動作ができる。

〔実施例〕

本発明について図面を参照して詳細に説明する。

第1図は本発明の第1の実施例を示す印字ヘッドの模式的な断面図である。第1図において、自由端であって、プラテン8側である前面に印字ワイヤー1をもつ第1の板ばね2は、その後部に重なるように配置され、固定端が第2の板ばね3の固定端に固定される。またその第2の板ばね3は圧電素子4をその伸縮方向より圧縮するように自由端近傍であって基板5との間に挟み、固定端が基板5に固定される。その圧縮力は第2の板ばね3の厚み形状よりばね定数が定まり、また基板5の固定部に第1のスペーサ6を挿入して第2の板ばね3の曲げ変形による復帰力で定められる。またその第2の板ばね3は、圧電素子4の動作を第1の板ばね2に伝達できるように配置し、その第1の板ばね2と第2の板ばね3のギャップ調整又は接触圧力は固定端で第2のスペーサ7で行なわれる。さらに第2の板ばね3の曲げ方向のばね定数は第1の板ばね2のばね定数より大きく、圧電素子4の駆動時でも常に圧縮力を与えている。こ

のような構成において、圧電素子4に電圧を印加すると、圧電素子4は高速の変位動作をおこし、その変位は第2の板ばね3に伝えられる。また同時に第2の板ばね3から第1の板ばね2に動作が伝達され、第1の板ばね2は自由飛行動作を行なう。そこで第1の板ばね2に有する印字ワイヤー1は前方のプラテン8、用紙9、インクリボン10を打撃し、ドットマトリクスにより文字を描き、その後印字動作の反発およびばねの復帰力により元の位置に戻る。ここで第1の板ばね2は自由飛行するが、第2の板ばね3は常に圧電素子4を圧縮しており、第1の板ばね2の自由飛行の時点で発生する圧電素子4の引張り応力をおさえており圧電素子4の破損は無くなり信頼性の高い印字ヘッドが得られる。

次に第2図(a)、(b)は本発明の第2の実施例であり、同図(a)はシリアルプリンタ印字ヘッドの部分斜視図であり、同図(b)は同図(a)に示すシリアルプリンタ印字ヘッドの断面図である。同図において、円筒状の基板11には

固定端を共通として内側に向かって放射状の複数の第2の板ばね12が固定され、かつその複数配置された第2の板ばね12の各々において基板11との間に圧電素子4が挟まれ圧縮されている。また、その第2の板ばね12に対応して第1の板ばね13が配置されて固定端に固定される。第1の板ばね13の各々の自由端には印字ワイヤー1を設け、その印字ワイヤー1は先端部でワイヤーガイド14により束ねられている。このような構成において、第2の板ばね12は圧電素子4に常に圧縮力を与え、かつ第1の板ばね13に圧電素子4の動作を伝達しているため第1の板ばね13の自由飛行による印字動作において圧電素子4の破損を防止できる。また、第1の板ばね13、第2の板ばね12、基板11の各固定部にはスペーサ6、7を介しており、圧電素子4の圧縮力を調整できる。このような構成は円筒リング状の基板11の中に同一円周上に複数のヘッドが構成できるため小型化できる効果がある。

次に第3図は本発明の第3の実施例を示すシリ

アルプリンタ印字ヘッドの模式的な断面図である。第3図において、第2の板ばね15の円筒体基板を外径として、放射状に複数のばねを形成し、その背後よりスペーサ17を介してカバー16で覆うようにし、同時に圧電素子4を圧縮して内側に挟み固定する。また、その第2の板ばね15の前方すなわち、プラテン側に印字ワイヤー1をもつ第1の板ばね13を配置しスペーサ7を介して固定端に固定する。またその印字ワイヤー1は先端部でワイヤーガイド14により束ねられる。このような構成においても、圧電素子4は常に圧縮され破損のない信頼性の高い印字ヘッドが得られる。なお、スペーサ6、7、17は、基板5、11、第2の板ばね3、15の加工精度が高く得られる場合は、いうまでもなき無くても目的を達成出来る。

(発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、出力端となる印字ワイヤーをもつ第1の板ばねと駆動源となる圧電素子の間に第2の板ばねを設け、その第

2の板ばねにより圧電素子を圧縮することにより
圧電素子の破損がなく信頼性の高い小型で高速な
印字ヘッドが得られる効果がある。

図面の簡単な説明

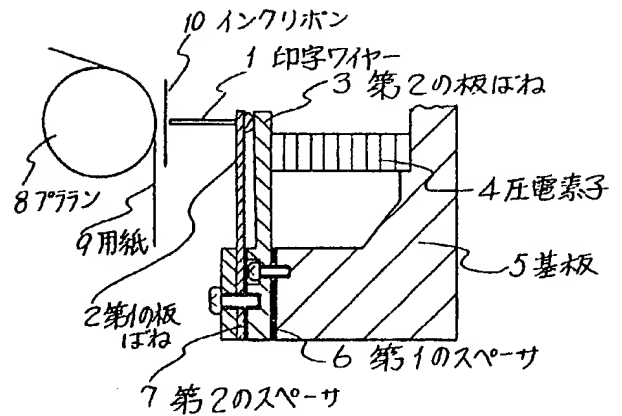
第1図は本発明の第1の実施例を示す印字ヘッド断面図、第2図(a)、(b)は本発明の第2の実施例を示し、同図(a)は部分的な斜視図、同図(b)は模式的な断面図、第3図は本発明の第3の実施例を示す印字ヘッドの模式的な断面図、第4図は従来の印字ヘッドを示す模式的側面図である。

図中各記号はそれぞれ次の内容を示す。

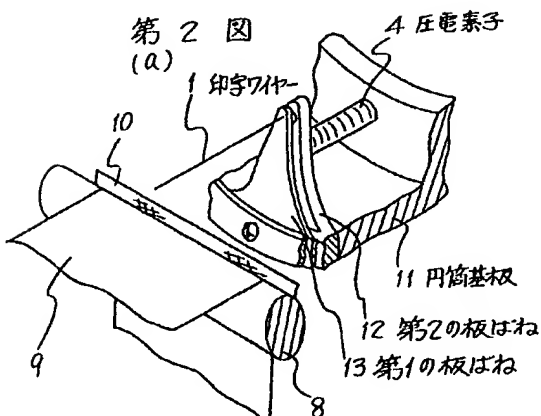
1…印字ワイヤー、2, 13…第1の板ばね、
3, 12, 15…第2の板ばね、4…圧電素子、
5, 11…基板、6, 7, 17…スペーサ、8…
ブラテン、9…用紙、10…インクリボン、14
…ワイヤーガイド、16…カバー、17…板ばね。

代理人 弁理士 内 原

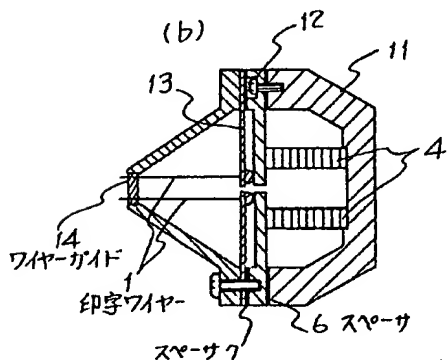
第1図



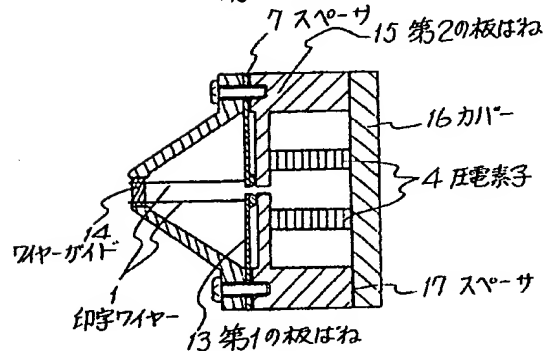
第2図
(a)



(b)



第3図



第4図

